6-26-1965

Acta carsologica, Volume IV, June 26, 1965

Srečko Brodar

SLOVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI IN UMETNOSTI
ACADEMIA SCIENTIARUM ET ARTIUM SLOVENICA

RAZRED ZA PRIRODOSLOVNE IN MEDICINSKE VEDE
CLASSIS IV: HISTORIA NATURALIS ET MEDICINA

INŠTITUT ZA RAZISKOVANJE KRASA ⁎ INSTITUTUM CARSOLOGICUM

POROČILA

ACTA CARSOLOGICA

IV

LJUBLJANA
1966

SPREJETO NA SEJI RAZREDA
ZA PRIRODOSLOVNE IN MEDICINSKE VEDE
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI
DNE 26. JUNIJA 1965
IN NA SEJI PREDSEDSTVA
DNE 28. JUNIJA 1965

Ob sodelovanju VALTERJA BOHINCA in ROMANA SAVNIKA
uredil SREČKO BRODAR

VSEBINA — INDEX

K HIDROLOGIJI OZEMLJA MED POSTOJNSKIM, PLANINSKIM IN CERKNIŠKIM POLJEM

(S 4 slikami in 2 prilogama)

ON THE HYDROLOGY OF THE TERRITORY AMONG THE POLJES OF POSTOJNA, PLANINA, AND CERKNICA

(With 4 figures and 2 appendices)

IVAN GAMS

UVOD

Kredna snežniško-javorniška gruda je največje neposeljeno in večidel gozdnato ozemlje, ki s svojimi obilnimi vodami edino lahko trajno zadosti potrebi Primorske Slovenije po pitni vodi. Poleg načrtov te smeri pa obstajajo načrti za izrabo njenih voda v hidroenergetske namene in za trajno ojezeritev Cerkniškega jezera. Na ozemlju med Postojnskim, Planinskim in Cerkniškim poljem, na zahodnem kraju te grude, je največja podzemeljska sovodenj v Sloveniji in so tudi najdaljše vodne jame Jugoslavije. Med njimi je Planinska jama, ki je šolski primer, kako se spreminjajo vodne razmere ob raznih vodnih stanjih.

Iz navedenih gospodarskih in znanstvenih smotrov smo se leta 1963 v Inštitutu za raziskovanje krasa SAZU lotili geoloških, geomorfoloških, speleoloških in hidroloških raziskav ozemlja med omenjenimi kraškimi polji v okviru teme, ki so jo finančno podprli Sklad Borisa Kidriča, ELES in Zavod Postojnske jame. Vsem velja naša iskrena zahvala. Iz elaborata, ki je bil oddan sofinansirajočim ustanovam, so tu povzeti izsledki hidrološkega raziskovanja v želji, da bi vzpodbudili nadaljnje raziskave. Te se nam zdijo potrebne pred začetkom tehničnih del, ki zahtevajo poznavanje ne samo trenutnih podzemeljskih zvez, temveč tudi sistema pretakanja kraških voda. Po podatkih, navedenih v tej razpravi, pa se ta sistem oddaljuje od klasičnega pojmovanja o pretakanju v povsem ločenih podzemeljskih kanalih. Zato utegnejo biti izsledki zanimivi za hidrologijo vobče.

Naj pripomnim, da je bilo naše raziskovanje nadaljevanje dela, katerega rezultate je naš Inštitut že objavil v Poročilih (Acta carsologica) za Postojnsko in Planinsko jamo (I. Michler in F. Hribar 1959, I. Michler 1955).

I. K HIDROLOGIJI POSTOJNSKIH JAM

Vprašanje vodnih curkov v Postojnskih jamah

Ozemlje med Postojnskim in Planinskim poljem, katerega vode morejo podzemeljsko odtekati k podzemeljski Pivki, meri blizu 20 km^2. Če je vodni odtok s krasa ob nizki vodi zares 2—3 l/sek/km^2 (F. Jenko, 1959, 57), priteka k podzemeljski Pivki 40—60 l/sek.

Čeprav prenikuje v Postojnski jami tudi ob suši precej vode skozi strop, je tako nastali potoček v zgornji, turistični etaži dokaj stalen

samo v dvoranici v podaljšku Malih jam ob Koncertni dvorani. Drugače je ob visoki vodi, kakršna je bila na primer 24. oktobra 1964. Po dolgotrajnem deževju se je tedaj vodna gladina Pivke v Veliki dvorani* napela do enega metra niže starega mostu. V medsebojni razdalji kakih 10 m sta tedaj pritekla v Glavni rov dva potoka z ocenjenim pretokom 1 in 3 l/sek kakih 20—30 m severno od Ladje (to je med Kongresno, nekdanjo Plesno dvorano in Pralnico). Tam je med vzhodno steno in nasutim dnom Glavnega rova, po katerem potekata železniška tira, korito, ki se začenja v nizkem slepem rovu pri Ladji. Pred nadelavo ravnega dna za peš pot in kasneje za železnico so bile v tem delu Glavnega rova globoke kotanje s tolmuni vode, kar je delalo nevšečnost prvim obiskovalcem (A. Schmidl, 1854, 72). Korito se razteza nato ob zahodni steni in čeprav se nadaljuje še mimo Kristalnega rova, je voda tekla vanj. Le dobrih sto metrov neznanega podzemlja loči ta rov od Ozkega rova, iz katerega priteka ob zelo visokih vodah potok v Male jame blizu tam, kjer je dno najnižje. Tretji, malo pogostejši, je tok, ki prečka stezo v Malih jamah blizu tam, kjer se te združijo z Velikimi jamami pri bazenu s proteji. V južni steni je špranja in pred njo kotanja, ki ni zasigana kot druge s stoječo vodo, temveč je zaplavljena z ilovico in korozijsko razžrta. Verjetno je nekoč pritekala in morebiti ob katastrofalnih vodah še danes priteka v jamo ponornica. Potoček odteka nato v dvoranico ob Kongresni dvorani ter ponika v ilovnate ponore med skalami že na robu Velikih jam med Koncertno dvorano in Veliko goro (Kalvarijo). Tu je turistična steza predelila ilovnato strugo, ki seže do višine 506 m nad morjem. Od tod se vrsti niz udorov v ilovici in grušču v rov ob Veliki gori in v Ruski rov, kjer nastopa po večjem deževju stoječa voda. Dne 24. oktobra 1964 je stala voda v lijaku na začetku Ruskega rova 7—8 m niže steze, ki doseže višino 506 m. Skozi strop pritekajoča voda je imela tam 8,4°, voda v lijaku, ki se je vrtinčila, pa 9,1° C. V naslednjih dveh dneh je narasla voda do 2 m niže steze, to je do kakih 504 m n. v., potok iz Ozkega rova pa je zalil najnižji del Malih jam, da so postale neprehodne. Analiza vseh teh voda je dala naslednje podatke:

Datum	Ura	Kraj	Temperatura		Trdota v °N			
			zraka	vode	karb.	celok.	CaO	MgO
24. 10. 1964	18	pri Ladji	—	8,7	12,3	12,6	11,3	1,3
24. 10. 1964	17	konec Malih jam	9,1	8,6	10,8	11,6	10,3	1,3
26. 10. 1964	17	Male jame pri Ozkem rovu	—	8,8	11,8	12,8	12,2	0,6
24. 10. 1964	15	Lijak v Ruskem rovu	8,4	9,2	7,9	8,9	7,9	1,0
24. 10. 1964	18,30	Pivka v Veliki dvorani	10,2	9,9	11,8	12,8	12,2	1,2

* Poimenovanje rovov Postojnske jame je v tej razpravi enako kot v novejši turistični literaturi. Ime Postojnske jame uporabljam namesto »sistem Postojnskih jam«. Všteti sta tudi Črna in Pivka jama, ne pa Pivški rokav Planinske jame. Rov od Tartarja do Velike gore imenujem Velike jame.

Ker smo nekaj dni prej analizirali kapnico v Gornjem Tartarju, smo videli, da ima potok na koncu Malih jam enaka kemična svojstva. V vmesnih Velikih jamah priteka skozi strop izredno veliko kapnice, ki daje osnovo za rast ogromnih sigovih kop. Večji dotok je verjetno posledica prelomov (prim. R. Gospodarič, 1965). Od stičišča Dolnjega in Gornjega Tartarja odteka voda proti koncu Malih jam, kamor visi dno Velikih jam.

Ker imata potoka pri Ladji in na koncu Ozkega rova podobna svojstva in ker je med Kristalnim rovom ter Ozkim rovom manj kot sto metrov neznanega podzemlja, smemo sklepati na njuno zvezo. Velike topline in majhna trdota vode v lijaku v Ruskem rovu dokazujejo zvezo s Pivko. Kateri kanali posredujejo to zvezo, ni znano. Zvezo Pivke z jaški ob Veliki gori dopuščajo tudi višinske razmere. V Spodnjem Tartarju stoji Pivka ob posebno visokih vodah do predora, to je do n. v. okoli 513 m. Dno Martelove dvorane je v n. v. okoli 500 m (I. Michler-F. Hribar, 1959, 170). Hlodi pod stropom dvorane dokazujejo, da naraste voda kdaj tudi za 10 m, to je do n. v. okoli 510 m. Najnižja izmerjena točka v lijaku v Ruskem rovu, vrisana v karto v merilu 1 : 500, pa je 498,2 m. Saj Velika dvorana tudi ne bi mogla nastati, če ne bi tok ponornice v teku dolgih razdobij izpodžiral njenega podornega skalovja. Da ne teče v večjih količinah še danes pod njim, preprečujejo podori, ilovice in sige, pod katerimi je v Veliki jami skalnato dno morebiti niže od n. v. 500 m. Morebiti se visoka Pivka pretaka tudi pod Zgornjim Tartarjem. A. Schmidl (1854, 95) navaja pripovedovanje, da je v prvi polovici preteklega stoletja še nastopala v udorni dolini v Zgornjem Tartarju stoječa voda. V njej se dno spusti na višino 513,7 m, vendar sega skalna špranja še globlje in je v njej v ilovnati kotanji stala 22. oktobra 1964 voda. Po deževju pada s stropa v to udorno dolino večji curek prenikujoče vode, ki pa je sigotvorna in torej v sedanjosti ni mogla izdolbsti jame. To je mogla napraviti le agresivna ponornica ali ledenodobna agresivna prenikla voda.

Vprašanje pritokov k podzemeljski Pivki

Podzemeljska Pivka more v Postojnskih jamah dobivati potoke, ki ponikajo v kredni apnenec na robu flišne Postojnske kotline okoli Zagona (Osojščica) in med Belsko žago ter Studenim, niso pa izključeni tudi potoki izpod Javornikov. Naša pozornost je bila posvečena predvsem potokom, ki jih omenjata I. Michler in F. Hribar (1959).

Ob zelo nizki vodi, nastali po dolgotrajnem mrazu, ko so bile temperaturne razlike med ponornico* Pivko in kapnico znatne, je

* Oznaka podzemeljskih vodnih tokov je tu enaka kot v razpravi Logarček (I. Gams, 1965, str. 72—73). Razlikuje: prenikajočo vodo, vodne curke (strmo tekoči potočki, ki nastajajo iz nabrane prenikle vode), globinske odtoke prenikle vode, ponornice (z vododržnih kamenin pritekajoči potoki, ki ponikajo v kraško ozemlje) in ujeto vodo raznega izvora, ki po upadu vodne gladine mirujejo v prehodni hidrografski coni.

28. januarja 1963 temperatura podzemeljske Pivke najhitreje naraščala med Veliko dvorano in Tartarjem:

	Temperatura	
	vode	zraka
pred Veliko dvorano	0,8	2,7
pred Tartarjem	1,4	3,7
pri Martelovem podoru	1,5	—
pred Perkovim rovom	1,5	5,2

(Zrak je bil merjen 1 m nad dnom rova.)

Količina vode v Pivki se spotoma ni vidno povečala, ker zaradi suše ni bilo večjih curkov s stropa. Črni potok pa je imel po oceni le 1 do 2 l/sek. Domneva, da sprejema ta potok med podzemeljskim tokom poleti hladne in pozimi relativno tople pritoke (I. Michler-F. Hribar, 1959, 166), ne upošteva, da zastaja potok v Lekinki v globokih in razsežnih tolmunih, kjer se pozimi segreva in poleti ohlaja.

V desnih pritokih Kraigherjeve dvorane, ki ju omenjata I. Michler in F. Hribar (1959, 95), nismo našli vode niti 20. februarja 1963 niti ob nizkem stanju vode 3. januarja 1964. V začetni strugi, po kateri priteka ta »jamska voda«, je med apnenčastim gruščem flišna naplavina, ki je prav taka kot v strugi Pivke. Končni rov je oddaljen le kakih 20 m od vzhodne stene Martelove podorne dvorane. Acta carsologica II (1959, 168) navajajo, da je leta 1956 ležal v tej dvorani naplavljeni hlod 8 m nad dnom. Dne 20. februarja je bilo v skalnih rovih pod stropom in v stropu dvorane, to je kakih 10 m nad tlemi, kakor šibice zataknjen ducat hlodov in pilotov. Ti dokazujejo, da zaliva Pivka ob posebno velikih povodnjih dvorano do stropa in da odteka takrat v luknje med podornimi skalami in v vzhodno steno. Rova obeh pritokov v Kraigherjevi dvorani, od katerih je zdaj eden zasut, sta videti premajhna v primeri z luknjami v podoru in v stropu Martelove dvorane. Oba pritoka vzbujata vtis, da sta iztoka Pivke, ki zahaja v Martelovi dvorani v vzhodno steno, vendar imata ob nekih vodnih razmerah verjetno zvezo s curki prenikajoče vode.

Pač pa smo 20. februarja 1963 zasledili stalen pritok v stranskem rovu, ki se odpira v južni steni Perkovega rova. Njegova voda se neopazno izliva v trajno vodno kotanjo sredi Perkovega rova. Kakih 30 m dolg, se ta okoli 1 m široki rov končuje v sifonskem tolmunu ter ima blatno dno iz pretežno flišne ilovice, ki se lepi tudi na parobke skladov po višji steni. Ta ilovica dokazuje zvezo tega potočka s ponornico ob visokem stanju vode. Z meritvijo pretočnega profila in s stoparico smo namerili okoli 1 l/sek pretoka. Da pa gre ob nizki vodi za preniklo vodo, je pokazala hidrokemična analiza dne 3. januarja 1964:

	Temperatura		Trdota v °N			
	vode	zraka	karb.	celok.	CaO	MgO
Pivka v Spodnjem Tartarju	0,9	4,8	9,5	9,2	8,1	1,1
Pivka pred Martelovo dvorano	1,5	5,2	8,1	8,9	8,3	0,6
Črni potok	5,0	—	7,1	8,1	7,0	1,1
Južni pritok v Perkov rov	8,9	9,3	10,1	10,8	10,5	0,3

Sporno je, od kod priteka potok v Podorno dvorano Magdalene jame. Po I. A. Perku (1908, 64) priteka z njim prenikla voda iz bližnjega zaledja, I. Michler in F. Hribar (1959, 177) pa trdita, da priteka »jamska voda« domnevno celo izpod Javornikov.

Ob naših obiskih Magdalene jame v strugi tega pritoka ni bilo vode. Ob suši 6. februarja 1964 smo celo mogli prodreti precej globoko po strugi med skalno steno in podorom. Struga je v nižjih legah mestoma zasigana in premore celo ponvice, višje stene pa so sveže korodirane in iz njih molijo ponekod tanke plasti roženca. Potočna voda je torej ob nizki vodi sigotvorna, ob visoki pa agresivna. Po teh svojstvih in po legi je ta potok podoben pritokoma v Kraigherjevi dvorani. V podornem griču, ki sega od Podorne dvorane skoraj do Zveznega rova, je videti nad nizko Pivko nekaj votlin, ki se jih poslužuje visoka Pivka, čim postaja Zvezni rov ozko grlo. Tedaj priteka ob robu podora v Podorni dvorani Pivka bodisi sama bodisi mešana s preniklo vodo, ob drugačnih vodnih razmerah, takoj po hudih nalivih, pa se poslužuje iste struge edinole voda, ki je prenikla in se nabrala v bližnjem zaledju. Podatki, ki jih navajata I. Michler in F. Hribar (1959, 177), se s to domnevo strinjajo.

Podobno se zateka visoka Pivka v podor tudi v Pivki jami in priteka kot močan potok ponovno k strugi na severnem koncu še ohranjene steze. Da gre za isto vodo, so pokazala toplinska in hidrokemična merjenja.

Zanimivo je, da se podzemeljska Pivka bolj segreva na poti do Pivke jame kot od nje do Pivškega rokava Planinske jame, čeprav razdalja ni večja. Po dolgotrajnem hladnem vremenu in pri nizki vodi je bila 6. februarja 1964 temperatura Pivke na ponoru v Postojnski jami blizu 0,0° C, v sifonu pred Zveznim rovom pred Magdaleno jamo 2,7° (zrak 5,4° C), v končnem sifonu Magdalene jame 5,2° (tako kot zrak), nekaj dni prej, 17. januarja 1964, pa smo namerili v Pivki pred Kalvarijo v Pivškem rokavu Planinske jame 5,2° C (zrak 6,8°). Toplinske razlike vzdolž podzemeljske Pivke se pa seveda bistveno menjajo ob raznem stanju voda, raznih letnih časih in raznih vremenskih razdobjih.

Ker je podzemeljska Pivka ob višji vodi večinoma nedostopna, moremo samo predvidevati in ne tudi dokazati, da se del njene vode takrat zateka v stranske stene in ponovno vrača v glavno strugo na več mestih. Tik pred koncem nadelane poti iz Spodnjega Tartarja je med steno in stezo udrtina, v kateri se ob srednje visoki vodi vrtinči voda, ki teče iz struge pod stezo v skalno razpoko. Pri nizki vodi uhaja v grušč pod stezo znaten del Pivke. Ker je nedaleč vstran Spodnji Tartar povezan z rovom podzemeljske Pivke po zveznem rovu, se mora ta voda kmalu vrniti v glavno strugo. Ob naših ekskurzijah po podzemeljski Pivki smo opazili, da se na več mestih ves rečni tok prestavi pod steno, nakar se niže doli spet vrne v glavni rov. Od podorov, ki zadržujejo visoko Pivko in jo silijo k raztekanju, je na prvem mestu

Martelov podor, ki je najbrž mladega porekla. Dne 3. januarja 1964 je bilo v kaminu na poti med to dvorano in Kraigherjevo dvorano ivje. Zračne zveze z Jamo Koliševko, ki sta jih ugotovila I. Michler in F. Hribar (1959, 168), so torej tesne.

Čeprav ni izključeno, da se curki prenikajoče vode neopazno izlivajo v tolmune podzemeljske Pivke, je po navedenih podatkih le verjetno, da se ob nizkem stanju vode pridružujejo Pivki večidel šele za Otoško jamo. Približno do te jame je dno struge prodnato in tam ima Pivka enakomeren strmec. Strmec na produ je navadno večji kot znaša strmec piezometričnega nivoja prenikajoče vode in drugih voda, ki v skalnih rovih ne prenašajo rečnega prenosa. Zato v gorskih dolinah potoki često izgubljajo vodo v kanale v apnencu, ki se končujejo v izvirih na koncu doline. Ker mašijo prod, pesek in ilovica skalne razpoke v dnu jame, Pivka do Otoške jame ne more vsa ponikniti niti ob nizki vodi. Niže doli je dno Pivke skalnato ali ga pokriva podorni grušč. Večino strmca povzročajo tu jezovi iz podornega grušča in skalovja. Zato je strmec tu tudi večji kot je piezometrični nivo v zalitih skalnih špranjah. To sili prenikajočo vodo, da se izliva šele niže doli v glavno strugo.

Do kamor Pivka še prenaša pesek in prod, ni protejev (prim. W. Briegleb, 1963, sl. 2), pač pa so v stranskih rovih za podori, ki precejajo vodo.

Zanimive hidrografske razmere na severozahodnem robu javorniške kredne grude pred predjamskim prelomom so kaj slabo znane. Nestalni majhni, a številni potočki, ki tečejo s flišnega pomola proti Studenemu, odtekajo večidel do jugovzhodnih senonskih apnencev in vanje. Še bolj redko priteče voda z dolomitskih pobočij iznad Strmice do krednih apnencev. Podzemeljski tokovi obojnih voda so še povsem neznani.

Pobočje Planinske gore zahodno od Planine je nadpovprečno vododržno, saj pritekata z njega po Velikem in Koritnem dolu stalna potočka vse do začetka suhe plitve dolinice Rupe, ki se nad Planino in Kačjo vasjo stika z dolino ob Pivki (Unici). Pod Kačjo vasjo pa sta ob srednji in višji vodi dva izvira. Iz enega, ki je nekaj metrov nad tlemi in ga domačini imenujejo Izvir pod Škrljevo hišo, voda ob visokem stanju kar bruha. Ob visoki vodi 26. oktobra 1964 smo analizirali vodo spodnjega stalnejšega izvira:

	Temperatura		Trdota v °N			
	vode	zraka	karb.	celok.	CaO	MgO
Pivka pred Postojnsko jamo	7,9	—	8,1	8,7	7,7	1,0
Izvir pod Škrljevo hišo v Cvingerju	9,5	4,8	11,8	12,6	9,1	3,5

Te meritve dokazujejo, da dobiva spodnji izvir vodo predvsem iz dolomitnega zaledja.

II. VODNE ZVEZE MED CERKNIŠKIM IN PLANINSKIM POLJEM

a) *Ob nizkem stanju vode* teče Cerkniščica mimo obeh Karlovic do Svinjske jame ali celo do Nart, če zaradi suše ne ponikne že prej v ilovnati strugi.

Cerkniščica ima sedaj regulirano strugo. Prej je tekla od Dolenje vasi naravnost k bližnjemu apneniškemu obrobju polja, ob njem meandrirala ter izgubljala vodo v ilovnata tla in v luknje v robnem

Sl. 1. Desno stara, levo nova poglobljena struga Stržena med Nartami in Svinjsko jamo. Voda Stržena se izgublja v številne skalne požiralnike na dnu struge. Posnetek smo napravili 6. avgusta 1964 med ugotavljanjem zvez med Svinjsko jamo in Rakovim Škocjanom. — Fig. 1. Left the new ameliorated bed of the brook Stržen between the ponors Narte and Svinjska jama, right the old one. Water is loosing into numerous rocky swallows in the bottom of the bed. The picture is taken during the water tracing on August, 6, 1964.

Dosedanje ugotovitve podzemeljskih vodnih zvez **Tabela I**

Zap. št.	Kraj barvanja	Datum	Pretok m³/sek	Obarvana voda se je pojavila		
				kraj	po preteku ur	
1.	Pivka pred sotočjem z Nanoščico	6. maja 1928	22,4	Pivka jama Planinska jama	2h 34h	(po vtoku v Postojnsko jamo)
2.	Rak v Rakovem Škocjanu	6. maja 1928	14,8	Planinska jama na jezu	70h 40′	
3.	Velika Karlovica	7. januarja 1939	4,5 (pri Gor. jezeru)	Rak v Škocjanu Planinska jama na jezu, Malenščica	3h 30′ 31h 30′	
4.	Velika Karlovica	20. aprila 1964	3,44	Zelške jame Kotliči Prunkovec Rakov rokav Planinske jame Malenščica Izviri Ljubljanice	11h 19h 35h 41h 41h	
5.	Rakov rokav Planinske jame	18. avgusta 1950	ca. ½	Malenščica, spodnji izvir	32h	
6.	Potok pod Kremenco	26. septembra 1955	?	Rudolfov rov Rakov rokav v Planinski jami Malenščica	408h 408h 475h	
7.	Svinjska jama	6. avgusta 1964		Kotliči	98h	
8.	Mala Karlovica	6. avgusta 1964		Rak v Rak. Škocjanu	26h	

Viri: Za barvanje pod št. 1, 2, 3: Šerko A., Barvanje ponikalnic v Sloveniji (GV XVIII, 1946)
pod št. 4: Arhiv Zavoda Hidrometeorološke službe SRS v Ljubljani
pod št. 5: Čadež N., Barvanje v vzhodnem rokavu Jame pod Gradom pri Planini, Proteus XVIII, 1955/56, št. 10
pod št. 6: Jenko F., Poročila o novejših raziskavah podzemeljskih voda na Slovenskem krasu. Acta carsologica II, Lj. 1959

apnencu. Te luknje je videti v vsem obrobju od severnega do južnega konca. Takrat sta bili jugozahodno od Dolenje vasi in pred Svinjsko jamo dve večji močvirji. Leta 1941 so dali strugi sedanji potek. Med Svinjsko jamo in Nartami je nova struga okoli 1 m globlja od stare struge (sl. 1). Razširili so tudi vhode v Veliko in Malo Karlovico ter Svinjsko jamo. Če bi meliorirali še Rakovski mostek in jamo za njim, bi vsa nizka Cerkniščica lahko tekla skozenj v Veliko Karlovico. V tej jami teče nizka Cerkniščica, kolikor je prihaja skozi Rakovski mostek, približno tako kot Pivka v Pivškem rokavu Planinske jame, to je iz kotanje v kotanjo med podornimi pregradami. Pri Raztoku, kjer se Hočevarjev rov na koncu jame razveji, usmerja nizko Cerkniščico peščen nasip, ki se v obliki klina zajeda od severne stene do južne, v južni rokav, kjer je vse dno zalito z vodo. Vendar odteka Cerkniščica iz tega tolmuna le nekaj metrov od pritočnega mesta takoj spet v glavni rov in po njem proti sifonu, v katerem se spušča strop položno pod vodno gladino.

Rak, ki priteka iz Zelških jam, je ob nizkem stanju vode običajno pravo, neokrnjeno in nepovečano nadaljevanje Cerkniščice iz Velike Karlovice. Ob nekih okoliščinah pa ima drugačna toplinska in kemična svojstva. Dne 1. oktobra 1964 sta imela Cerkniščica in Stržen skupen ponor med Svinjsko jamo in Nartami. Pretok prve smo cenili na 30, pretok drugega na 20 l/sek. Ugotovili pa smo, da je imel Rak v Zelških jamah podobna kemična svojstva kot Stržen (gl. tab. II) in drugačna od Cerkniščice. Vendar je verjetno, da je imel neposredno zvezo s Cerkniškim jezerom, ki je tedaj zapolnjevalo najnižjo kotanjo, kot pa posredno preko Stržena.

Sprednji del hidrografsko izredno značilne vodne jame Male Karlovice je le košček spleta rovov, ki se s špranjami odpirajo na polje in skozi katere odteka ob visoki vodi jezernica. Tudi kadar voda ob nizkem stanju ne priteka po umetni strugi in skozi vhod, ki so ga naredili z zrušenjem sten med špranjami, naletimo že nekaj deset metrov dalje na majhen curek (točka a na priloženem načrtu jame, ki smo jo leta 1963 in 1964 prvič izmerili). Ta teče od kolena, kjer se glavni kanal obrne proti NE, proti SW, kjer izginja v neprehodne špranje. Te vodice dalje v jami ne najdemo. Če ne teče pod njenimi rovi, odteka pod pobočje Javornikov. Tam, kjer zavije glavni kanal v ostrem kotu iz dosedanje severovzhodne v jugozahodno smer (tč. b), priteka v jamo s severa drug stalni potoček. Imel je 5. avgusta 1964 pri temperaturi 12° C 2,7° N magnezijeve trdote, kar dokazuje, da priteka s Cerkniškega polja, in to najbrž izpod ilovnate odeje. Verjetno gre za vodo Cerkniščice, ki ponika v svoj vršaj. Po produ in grušču teče po glavnem kanalu do njegove zožitve, kjer prod izgine, in dalje malone do konca jame.

Fasete in drugi znaki v jami dokazujejo, da se raztekajo tokovi že ob srednjem stanju vode iz glavnega rova na obe strani, proti NW in SW. Prvi tak odvodni kanal se končuje v Beli dvorani. Vanjo smo prodrli prvič šele 10. septembra 1964. Ta kanal požira, po širini struge

Analiza vode med Cerkniškim in Planinskim poljem **Tabela II**

Zap. št.	Kraj meritve	Datum	Vodno stanje	Toplota vode	Trdota v °N karb.	celok.	CaO	MgO	Toplota zraka	Opomba
1.	Cerkniščica pri Rakovem mostu	4. 9. 1962	n	19,7	13,4	14,3	7,7	6,6	24,8	
	Rak pod Malim nar. mostom	4. 9. 1962	n	13,9	13,4	14,4	7,7	6,7	13,4	
	Prunkovec	4. 9. 1962	n	—	12,2	—	9,4	—	—	
	Kotliči	4. 9. 1962	n	16,8	11,8	10,8	7,9	2,9	19,0	
	Rak pod Velikim nar. mostom	4. 9. 1962	n	19,7	10,1	10,9	5,9	5,0	20,6	
	Rakov rokav Planinske jame 1. jezero	4. 9. 1962	n	10,2	9,5	10,9	7,9	3,0	10,8	
	Planinska jama, jez	4. 9. 1962	n	10,7	10,7	11,4	7,9	3,5	—	Višina vode: 0,0, voda 1 m pod jezom
	Malenščica, spodnji izvir	4. 9. 1962	n	9,0	9,5	10,4	7,9	2,5	26,5	
	Malenščica, srednji izvir	4. 9. 1962		8,9	9,5	10,0	8,3	1,7	26,5	
2.	Cerkniščica v Cerknici	20. 11. 1962	v	5,5	13,1	13,7	8,3	5,3	4,1	
	Cerkniško jezero, pred Veliko Karlovico	20. 11. 1962	v	3,1	9,5	10,0	7,7	2,3	4,1	Gladina vode 1 meter pod vhodnim stropom Vel. Karlovice
	Rak, Mali naravni most	20. 11. 1962	v	3,6	9,5	10,5	7,8	2,7	—	Voda pljuska čez zidani most
	Prunkovec	20. 11. 1962	v	5,25	10,4	9,8	7,9	1,0	—	Izvira le kake 3 m pod cesto
	Kotliči	20. 11. 1962	v	5,25	10,3	10,0	7,8	2,2	—	Iztok iz kotla tudi pod cestnim mostom
	Rak, Veliki naravni most	20. 11. 1962	v	4,5	9,5	10,4	7,8	2,6	5,4	
	Rakov rokav Plan. jame, slap	20. 11. 1962	v	5,85	9,2	10,0	8,2	1,8	7,0	

Planinska jama, jez	20. 11. 1962	v	5,85	8,7	9,4	8,1	1,3	—	
Malenščica, srednji izvir	20. 11. 1962	sr	5,4	9,5	10,1	7,9	2,2	—	
Malenščica, spodnji izvir	20. 11. 1962	sr	5,4	9,5	10,1	7,8	2,3	—	
Škratovka	20. 11. 1962		5,5	9,6	10,2	7,8	2,4	—	
3. Rakov rokav Plan. jame, slap	14. 12. 1962	v	5,3	10,1	11,1	9,0	2,1	6,0	Višina vode v Planinski jami: 208 cm
4. Škratovka	7. 1. 1963	v	6,2	7,0	8,1	6,4	1,7	—	
Malenščica, spodnji izvir	7. 1. 1963	v	5,8	6,3	8,4	7,1	1,3	—	
Malenščica, spodnji izvir	7. 1. 1963	v	5,8	7,1	8,8	6,3	2,5	—	
Malenščica, zgornji izvir	7. 1. 1963	v	5,8	7,1	8,7	6,3	2,4	—	
Rakov rokav Plan. jame, slap	7. 1. 1963	v	6,3	6,8	8,3	7,3	0,9	7,3	
5. Rak, Mali naravni most	10. 2. 1963		—	—	13,0	13,4	8,7	6,7	
Kotel	10. 2. 1963		—	—	11,7	11,3	8,5	2,8	
Izvir pod logarnico	10. 2. 1963		—	—	10,6	10,8	9,1	1,7	
6. Rak, Veliki naravni most	19. 2. 1963	n	4,9	11,8	12,2	8,3	3,9	ca. 0°	
Rakov rokav, Plan. jezero, slap	19. 2. 1963	n	4,9	9,2	10,0	8,3	1,7		
Škratovka	19. 2. 1963		7,0	13,0	13,3	7,6	5,7		
7. Rak, Mali naravni most	29. 7. 1963	n	14,2	13,3	14,2	7,9	6,3		
Južni rokav Zelških jam	29. 7. 1963	n	7,2	12,2	12,3	11,4	0,9		
8. Cerkniščica v Cerknici	30. 5. 1964	s	—	11,3	11,8	7,2	4,6	ca. 18°	Kalna
Rak, Mali naravni most	30. 5. 1964	s	—	13,5	14,2	8,8	5,4		
Kotliči	30. 5. 1964	s	—	10,1	10,6	8,0	2,6		
9. Stržen pred Svinjsko jamo	11. 9. 1964	s	18,5	10,9	12,0	9,4	2,6		Seče Veliko Karlovico
Kotliči	11. 9. 1964	s	14,5	11,2	12,0	9,2	2,8		

Zap. št.	Kraj meritve	Datum	Stanje vode	Toplota vode	Trdota v °N karb.	celok.	CaO	MgO	Toplota zraka	Opomba
10.	Stržen pri Nartah	1. 10. 1964	n	16,1	11,5	12,5	9,1	3,4		
	Cerkniščica pri Svinjski jami	1. 10. 1964	n	14,9	14,3	15,2	7,7	7,5		
	Rak, Mali naravni most	1. 10. 1964	n	11,0	12,2	13,1	8,5	4,6		
	Rak, Veliki naravni most	1. 10. 1964	n	14,0	11,2	12,2	9,0	3,2		
	Kotliči	1. 10. 1964	n	13,9	11,3	12,0	9,0	3,0		
	Škratovka	1. 10. 1964		9,6	13,3	14,2	7,9	6,3		
11.	Rak pod Velikim nar. mostom	20. 10. 1964	v	7,9	9,7	11,1	8,2	2,9		
	Rakov rokav Plan. jame, slap	20. 10. 1964	v	8,2	10,35	11,0	8,7	2,3		
	Malenščica, spodnji izvir	20. 10. 1964	v	8,0	10,6	11,4	8,7	2,7		
	Škratovka, jamski izvir	20. 10. 1964	v	7,9	10,1	11,3	7,9	2,4		
	Škratovka, izviri pod grobnico	20. 10. 1964	v	8,0	11,2	11,2	8,9	2,3		
12.	Malenščica, spodnji izvir	22. 10. 1964	i. v	—	10,9	11,6	9,3	2,3		
	Škratovka	22. 10. 1964	i. v	—	10,9	11,4	10,3	1,1		
	Prunkovec	22. 10. 1964	i. v	7,8	10,2	10,8	8,1	2,7		
	Izviri pri hotelu v Rakovem Škocjanu	22. 10. 1964	i. v	7,9	9,6	10,2	8,6	1,5		
	Kotliči, izviri nad cesto	22. 10. 1964	i. v	8,0	9,6	10,4	8,7	1,7		
13.	Rakek, vodni jarek ob cesti na Unškem polju	16. 11. 1964	sr.	—	15,5	16,6	9,8	6,8		
14.	Pivka pred ponorom v Postojnsko jamo	4. 9. 1962	i. n	18,8	8,6	9,6	7,6	2,0	15,8	
	Pivški rokav Planinske jame	4. 9. 1962	i. n	10,4	10,5	11,5	8,9	2,6	10,9	

15. Pivka na ponoru v Postojnsko jamo	20. 11. 1962	sr	6,1	7,9	8,4	7,8	0,6	3—5°	
Pivški rokav, sotočje v Planinski jami	20. 11. 1962	sr	6,1	7,9	8,6	7,8	0,8	7,6	
16. Pivka, pred sotočjem z Nanoščico	7. 1. 1963	v	7,1	8,0	9,8	7,2	2,6	1—6°	
Rakulk	7. 1. 1963	v	7,8	9,8	9,6	8,5	0,1		
Nanoščica pri Malem Otoku	7. 1. 1963	v	5,3	5,0	5,8	5,4	0,4		
Pivka na ponoru v Postojnsko jamo	7. 1. 1963	v	5,5	6,7	7,4	7,0	0,4		
Pivški rokav Planinske jame, sotočje	7. 1. 1963	v	6,0	6,0	6,4	6,0	0,4	7,4	Stanje vode pri jezu 290 cm

Opomba: i. n = izredno nizko stanje vode
n = nizko stanje vode
sr = srednje visoko stanje vode
v = visoko stanje vode
i. v = izredno visoko stanje vode

sodeč, verjetno več vode kot glavni kanal. Voda ponika v Beli dvorani v kupu ilovice nad ogromnim kupom zasiganega grušča. Proti SW odteka v stranski kanal že prej kot v Belo dvorano (tč. c). Če se dvigne vodna gladina stalnega potočka le za ped, že prične odtekati čez nizki prag v slepi rov, ki moli proti SW in ki je stalno zalit.

V ozkem in visokem špranjastem glavnem rovu sredi jame za Jezerom so erozijske kotlinice v jugovzhodni zasigani steni še kakih 5—8 m iznad dna. V mnogih izmed njih so še kamenčki, ki jih vrti voda. Približno do iste višine segajo v končnem delu jame ilovnati kupi. Ker koleba voda v vhodni jami le za nekaj metrov, sklepamo iz opisanih razmer, da so pod pobočjem Javornikov, kamor moli glavni rov, večja kolebanja piezometrov kot neposredno ob polju.

Mala Karlovica torej odtokov s polja ne zbira, temveč jih v glavnem kanalu celo razdvaja v dve smeri. Vodo zbira le prvi, s krajem polja vzporedni del. Ta tvori skupno z Zveznim rovom in istosmerno prvo polovico Velike Karlovice enoten, 2,2 km dolg zbirni kanal, do katerega vodijo s polja številne špranje. Iz njega se je odpiralo nekoč mnogo več rovov kot jih poznamo v sedanji Veliki in Mali Karlovici; voda odteka vanje delno še danes.

Nekateri požiralniki med Svinjsko jamo in Nartami se končujejo v skalnih navpičnih špranjah. Voda pada vanje s šumom in daje videz, da ponika in teče globlje pod naplavinami. Cerkniščica, ki ponika v ponor Svinjske jame, nima zveze z večinoma stoječo vodo v jami sami. To je potrdil ogled 7. februarja 1964. Tedaj je v spodnjo etažo jame, ki ima smer SSW, med skalnimi bloki kakih 6 m pod ilovnatim zgornjim rovom pritekala neznatna vodica, ki se je takoj spet izgubljala med podorno skalovje. Več vode je bilo v strugi v jugojugovzhodnem delu jame. Pri zračni temperaturi 8,2° se je voda komaj zaznavno premikala in imela temperaturo 6,2°.

	Temperatura		Trdota v °N			
	zraka	vode	karb.	celok.	CaO	MgO
Cerkniščica pred ponorom	—5,0	0,0	13,4	14,7	7,8	6,9
Potok v Svinjski jami	8,2	6,2	10,2	11,6	8,8	1,8

Jamska voda je bila po tej analizi pretežno prenikla voda. Nižjo temperaturo vode kot je zračna povzroča vdor hladnejše zimske vode ob višjem stanju vode, ki ohladi jamske stene. Da v Svinjsko jamo zares teče visoka ponorniška voda, dokazujejo obilni kupi ilovice v njeni srednji etaži.

Podobna svojstva ima Dvatisoča jama. Kadar je voda nizka, stoji le v lijakih njenega severovzhodnega rova, ker je že izgubila zvezo s ponornicami (I. Gams, 1960). Toda ilovnata prevleka in odsotnost sige v nižjih delih severovzhodnega in zahodnega rova dokazuje, da se jama ob višji vodi poveže z odtoki s Cerkniškega polja. Žal še ni pojasnjen odnos jame do bližnjega južnega rokava Zelških jam. Ta

rov se končuje ob podoru, skozi katerega piha pozimi hladen zrak. Po položaju sodeč bi ta mogel pritekati iz bližnje koliševke.

Kam odteka ob nizki vodi Cerkniščica, ki ponika v bližnji Svinjski jami, še ni ugotovljeno. Verjetno teče naravnost v Malenščico mimo Rakovega Škocjana. Če to drži, bi se oba odtoka v Jamskem zalivu križala, tako da bi odtekal Stržen pod ilovnato naplavino, Cerkniščica pa po njej proti jugu. Spričo omenjenih holocenskih požiralnikov in vložkov bolj odpornih in dokaj vodoravnih apneniških skladov, ki so mestoma v Mali Karlovici in ki dajo slutiti vodne horizonte, je ta domneva verjetna.

Da bi prispevali k znanju o zvezah med Cerkniškim poljem ter Rakovim Škocjanom, smo jih od 6. do 12. avgusta 1964 skušali ugotoviti s trosi in soljo. Pri tem smo imeli tudi namen, da preizkusimo metodo s trosi, ki dotlej v Sloveniji še ni prinesla pozitivnih rezultatov.

Na začetku akcije je bila nizka, nato srednje visoka voda. Po daljši dobi brez padavin konec julija in v začetku avgusta je voda prve dni naše akcije še počasi upadala. Cerkniščica je tekla po strugi mimo Male Karlovice in delno ponikala v Svinjsko jamo, delno pa v nadaljnji strugi, dolgi kakih 50 m, kjer je bil zadnji požiralnik. Stržen je povsem presahnil že v Nartah.

Pretok Cerkniščice smo merili na preseku na začetku umetnega kanala, ki drži proti Mali Karlovici, globine na razdalje po 30 cm, brzino pretoka pa tako, da smo skalili vodo. Dne 6. avgusta ob 19. uri je tekla voda skozi presek 0,8 m^2 s hitrostjo 0,0666 m/sek. Ker hitrost na krajeh ni bila mnogo manjša kot v sredini, je računati s pretokom 35—50 l/sek. Izvir v Kotličih smo na blatnem dnu pred izlivom v Rak zajezili in pustili v jezu ozko odprtino s presekom 6,3 dm^2. Dne 7. avgusta je tekla voda skozi to odprtino s hitrostjo 1,11 dm/sek, kar daje pretok 6,9 l/sek. Prunkovec in Rak smo merili s hiperboličnim linearnim presekom (opis te metode podaja H. Kessler, 1959, 83). Dne 7. avgusta je imel Prunkovec 2,1 l/sek, Rak pred izlivom Prunkovca pa okoli 20 l/sek, torej precej več kot Kotliči.

Cerkniščica in Stržen, katerega pretok v končni ponor smo cenili na 1—3 l/sek, sta imela skupno 37—53 l/sek, Prunkovec, Rak in Kotliči v Rakovem Škocjanu pa 31 l/sek. Ker je Cerkniščica ponikala tudi v Rakovski mostek v Veliki Karlovici, Stržen pa tudi v lastni strugi, sklepamo, da je del vode, ki je ponikala na zahodnem kraju Cerkniškega polja, odtekal mimo Rakovega Škocjana ali pod njim.

Otrosenje in osoljenje. Ker so Kotliči poleti zelo topli — še 4. avg. 1964 so imeli 17,1° C — je bilo pričakovati, da priteka jezernica s Cerkniškega polja v Kotliče hitro. Zato in ker za to nalogo v okviru raziskovalne teme nismo imeli več sredstev, smo uporabili le toliko soli in likopodija, da bi ob takratni pretočni količini še mogli izvesti detekcijo v Rakovem Škocjanu. Zaradi razmeroma lahkega dovoza do Svinjske jame bi bila živinska sol cenejše sredstvo od fluoresceina, vendar je takrat v trgovinah ni bilo na prodaj. Uporabili smo jedilno sol in ves likopodij, kolikor ga je tedaj imel naš inštitut.

Vijoličasto obarvani Lycopodium clavatum v teži 3,2 kg smo vložili v vodo sredi Male Karlovice 6. avgusta ob 15.30 uri (pri tč. d v priloženem jamskem načrtu). Ker je potoček z ocenjenim pretokom 1 l/sek tekel počasi, se je s trosi obarvana voda zadrževala dalj časa v tolmunih. Štirje jamarji, med katerimi so bili trije iz Basla, smo se nato napotili do konca jame, vendar vodica, ki se mestoma javlja v dnu

Sl. 2. Potem ko smo 6. avgusta 1964 raztopili v tolmunu 400 kg soli, smo odprli ilovnate pregrade, da je Cerkniščica, ki smo jo prej preusmerili proti Nartam, spet tekla v Svinjsko jamo. — Fig. 2. After we have destroyed the argileous dam the brook Cerkniščica which was previous turned to the ponor Narte, again flows into Svinjska jama with 400 kg dissolved solt.

nadaljnje jame, ni bila obarvana niti ob našem povratku. Ker je imela navidezno manj vode, se zdi, da se je potoček, ki smo ga otrosili, že prej izgubil v ponor.

Cerkniščico smo zagradili tik pred vtokom v Svinjsko jamo in na odcepu iz glavne struge v ponor. Tako smo dobili kakih 20 m dolg tolmun (gl. sl. 2). V njem smo raztopili 400 kg kuhinjske soli, odprli pregrado 6. avgusta ob 18.15 uri in usmerili vso Cerkniščico, ki je med našimi deli tekla mimo Svinjske jame, prej pa normalno deloma v ponor in deloma naprej po strugi, v ponor. Istočasno smo zlili v vodo 3.12 kg rdeče obarvanih trosov.

Opazovanja

Kraj	Čas	Zajemanje s	Pogostost zajemanja
Kotliči na izviru	6. 8.—12. 8.	steklenico	do 8. 8. vsake tri, nato vsake 4 ure
Kotliči na izlivu	4. 8.—16. 8.	plankt. mrežami	vsakih 24 ur
Prunkovec na izviru	6. 8.—12. 8.	steklenico in mrežo	vsake 3—4 ure vsakih 24 ur
Rak pred Prunkovcem	6. 8.—12. 8.	steklenico in mrežo	vsake 3—4 ure vsakih 24 ur
Rak pred Kotliči	6. 8.—12. 8.	steklenico in mrežo	vsake 3—4 ure vsakih 24 ur
Malenščica	6. 8.— 9. 8. 4. 8.—15. 8.	steklenico in mrežo	vsake 4 ure vsake 4 ure

Razen tega smo vložili planktonsko mrežo v strugo potočka, ki je tekel v osrednji blatni dvorani južnega suhega rokava Zelških jam. V plitvi vodici z manj kot 1 l/sek pa v zasigani strugi ni bilo zanesljivega mesta za namestitev mreže. Po nevihtah 8. avgusta je strugo verjetno v celoti zalila voda. Mrežo smo pregledali šele po opravljenem delu. Negativni rezultat ni zanesljiv.

Na kotličih in na Raku pred sotočjem s Kotliči sta bili v rabi po dve mreži, ena iz umetne in druga iz naravne svile. V prvih je razporek 45, v drugih pa 60 mikronov. Izkazalo se je, da je deciliter vode, kolikor so je zadržali lijaki naših mrež, preveč za analizo. Asistent SAZU R. Gospodarič je po napotkih, ki jih daje H. Kessler (1959), analiziral le po 10 cm^3 vsakega vzorca, če pa je ugotovil trose, še nadaljnjih 40 cm^3.

Za ugotavljanje soli smo zajemali vzorce vode v pollitrske polivinilne steklenice. Vzorec smo analizirali vsak dan sproti, vzorce iz planktonskih mrež pa je bilo mogoče analizirati šele v teku septembra in oktobra. Kloride smo ugotavljali v 100 ml vode z reagentom kalijevim nitratom in titriranjem s srebrnim nitratom.

Čeprav se je na začetku dela obetalo dolgotrajnejše lepo vreme, je 9. avgusta nenadoma nastopilo močno deževje. Dežemerski postaji Planina in Cerknica ter vodomer pod logarnico na Raku so registrirali:

Datum	Cerknica mm padavin	Planina mm padavin	Rak stanje vode v cm
9. avgusta	14,4	12,3	199
8. avgusta	—	—	134
10. avgusta	33,7	53,0	242
11. avgusta	8,0	14,4	241

Nato se je vreme spet izboljšalo. Prvi dan so prinesli nalive vzhodni, nato pa zahodni vetrovi, zato so tolike razlike v padavinah med Planino in Cerknico. Prvi nalivi so morali biti posebno hudi na

severnem pobočju Javornikov med Rakovim Škocjanom in Jamskim zalivom, kjer so čestokrat že prej zaznamovali več padavin kot drugod v okolici.

Prvi lažji naliv 8. avgusta nivoja vode še ni dvignil. Po nalivih 9. avgusta pa je naglo naraščal Prunkovec, ki je pričel tega dne ob 13. uri bruhati vodo iz tal, dober meter nad svojim stalnim izvirom. Novi močni izvir je imel za 0,6° C hladnešo vodo kot stalni nižji izvir in je bil tudi vidno bolj kalen. Fizikalna svojstva vode so se spremenila takole:

	Temperatura vode	Trdota v °N			
		karb.	celok.	CaO	MgO
4. avgusta ob 15. uri	8,6	10,2	12,0	10,2	1,8
9. avgusta ob 14. uri	8,2	10,8	12,0	10,8	1,2

Prav tako naglo kot je naraščal, je Prunkovec proti večeru 9. avgusta tudi upadal, tako da je imel opolnoči le še nebistveno večjo vodo kot pred nalivi. Zato in ker se tudi fizikalna svojstva vode niso bistveno spremenila, so bile njene zveze s Cerkniškim poljem ves čas slabotne, če so sploh obstajale. Kaže, da je v izvir pritekala le voda iz bližnje okolice, zlasti s Cerkniških lazov, ki segajo od Prunkovca do Javornikov. Kotliči na prve nalive niso reagirali in so začeli naraščati šele 8. avgusta opolnoči, vendar se voda tudi takrat ni skalila. Prinašali so torej vodo iz mnogo bolj globokega krasa kot Prunkovec. Za Kotliče sta bili značilni dve skokoviti naraščanji, poleg prej imenovanega še 9. avgusta okoli 16. ure. Takrat se je voda dvignila za okoli 0,5 m, tako da je napolnila vso strugo in zalila tudi vmesno sleme med obema izvirnima kotanjama. Odkar je voda pričela naraščati, so je Kotliči dajali več kot Rak s Prunkovcem vred.

Malenščico smo opazovali za vsak primer, dasi tu nismo mogli pričakovati, da se v njej pojavijo soli ali trosi, ker smo jih uporabili premalo za 1,5 m^3 tedanjega pretoka v njenih dveh izvirih. Nalivi in naraščanje pretoka so pokopali vsako zadevno iluzijo.

Rezultat

Zajeti vzorci so kazali stalno vsebnost kloridov, in sicer 7—10 mg na 1 liter. Izjema je bila pri Kotličih, kjer je vzorec, zajet 10. avgusta ob 16. uri, izkazal 46 mg/l, nakar je vsebnost do 18. ure padla na 10 mg/l in je obdržala to količino do 24. ure. Ker pri uporabljeni metodi razlike $\pm$ 2 mg/l niso več zanesljivo določljive, je naraščanje kloridov dokazano le za 16. uro.

Vzorce s trosi je analiziral asistent SAZU R. Gospodarič, ki je podal naslednje poročilo:

»Vzorce sem analiziral po navodilih, ki jih daje V. Maurin v knjigi ‚Untersuchungen der Zuzammenhänge...', str. 141—142. Pri pripravi vzorcev nisem uporabljal sečne kisline, vendar so bili trosi v pozitivnih vzorcih dobro ločljivi. Več težav kot pripravljanje vzor-

cev mi je delal pregled usedline, ločene od vode, ker nisem imel zadostne razsvetljave za mikroskop. Najprej sem od vsakega vzorca, ki je bil v polnih 100 cm³ stekleničkah, pregledal 10 cm³. Izločil sem dozdevno pozitivne vzorce, analiziral polovico tekočine ter prišel do naslednjih sklepov:

Vzorec št. 7 vsebuje vijoličaste trose, ki so obliko in barvo dobro ohranili. V poskusnem delu vzorca je bilo 144, v vsem vzorcu blizu 1500 trosov;

vzorec št. 10 je vseboval 2 rdeča trosa, ki sem jih našel po analizi petih poskusnih delov;

vzorec št. 21 je vseboval en rdeč tros.

Analize poskusnih delov je kontroliral tudi dr. P. Habič.«

Vzorec št. 21 je bil zajet v Kotličih 9. avgusta ob 17. uri, vzorec št. 10 v Kotličih 8. avgusta ob 8. uri in vzorec št. 7 na Raku pred sotočjem s Prunkovcem 8. avgusta ob 8. uri.

S temi analizami sta ugotovljeni naslednji podzemeljski zvezi:

	Zračna razdalja	Višinska razlika	Čas
Srednji del Male Karlovice—Zelške jame na iztoku	265 m	37 m	1 dan 8 ur 30 min
Svinjska jama—Kotliči	337 m	46 m	1 dan 22 ur 45 min

Ocena rezultatov

Opazovanje ni dalo dovolj podatkov za krivuljo naraščanja in upadanja vrednosti, ki bi neizpodbitno dokazala podzemeljske zveze. To so povzročili subjektivni in objektivni činitelji.

Problematiko podzemeljskih zvez med ponori na zahodni strani Cerkniškega polja in Rakovim Škocjanom pojasnjujejo hidrokemične analize z dne 26. julija 1964, ko je bilo stanje vode po dolgotrajnem lepem poletnem vremenu izredno nizko in je Cerkniščica tekla vse do Svinjske jame, Stržen pa streljaj od nje v požiralnike v strugi:

	Trdota v °N			
	karb.	celok.	CaO	MgO
Cerkniščica v Cerknici	14,0	15,3	7,6	7,7
Cerkniščica pred Svinjsko jamo	13,5	14,4	6,8	7,6
Stržen na ponoru pred Svinjsko jamo	11,1	11,8	8,2	3,6
Kotliči	11,1	11,8	8,5	3,3
Rak v Zelških jamah	13,4	14,7	8,4	6,3

Iz tabele sta razvidni dve zvezi: med ponorom Stržena in Kotliči ter med Cerkniščico in Rakom. Ker izključujejo pretočne količine, izmerjene ob podobnem stanju vode 6. avgusta na Cerkniščici in v Rakovem Škocjanu, možnost, da bi v Svinjsko jamo tekoči del Cerkniščice izviral drugod v Rakovem Škocjanu, preostaja edino sklep, da je tekel mimo njega ali pod njim.

O spremenjenih zvezah Raka med nalivi govorijo naslednje meritve:

	Trdota v °N			
	karb.	celok.	CaO	MgO
4. avgusta Rak pri izlivu Kotličev	11,6	12,8	7,5	5,3
10. avgusta zajetje prav tam	—	13,4	10,5	3,4
11. avgusta zajetje v Zelških jamah	13,4	14,0	9,1	4,9

Rak je na izteku iz Zelških jam nekoliko narasel šele 9. avgusta in takrat ni bil kalen kot na primer Prunkovec. Nadaljnje naraščanje je bilo 10. avgusta, vendar znatno manjše kot pri Kotličih; jezernica je takrat verjetno tekla tudi v Veliko Karlovico.

Na spremembo vodozbirnega področja Kotličev kažejo naslednji podatki:

Datum	Ura	Temperatura	Trdota v °N			
			karb.	celok.	CaO	MgO
4. avgusta 1964	—	17,1	10,5	11,8	10,9	0,9
9. avgusta 1964	17	—	—	12,0	9,6	2,4
10. avgusta 1964	—	—	—	11,9	9,8	2,1
11. oktobra 1964	14	—	10,4	11,5	9,5	2,0
12. avgusta 1964	14	14,4	10,9	11,4	9,0	2,4

Močno naraščanje magnezijeve trdote ob prvem dvigu vodne gladine 9. avgusta kaže na vzpostavo zvez s Cerkniščico. Pretok Kotličev smo mogli ponovno izmeriti šele 12. avgusta ob 14. uri, ko je vodna gladina že nekoliko upadla. Pred izlivom v Rak je tekla voda Kotličev na preseku 8 m^2 s hitrostjo 4,512 m/min, kar daje blizu 500—700 l/sek. Ko se je 9. avgusta ob 16. uri pojavila v Kotličih povečana vsebnost kloridov, je bila vodna gladina za blizu 30 cm nižja. Tedanji pretok je bil verjetno blizu ½ m^3/sek; pri tej vodni količini ni bilo pričakovati, da bi bila vsebnost na daljše razdobje večja od ugotovljene. Le-ta sovpada časovno točno s povečanjem dolomitne trdote, ki dokazuje takratno podzemeljsko zvezo s Cerkniščico. Njena otrosena voda se je dotlej verjetno zadrževala v tolmunih in zalitih prostorih ter jo je šele naliv s povečanim dotokom izpod Javornikov delno izrinil v Kotliče.

Prvo in naglo naraščanje vode v Prunkovcu in nato v Kotličih je odplavilo mreže, ki smo jih nato morali loviti po strugi Raka in ponovno nameščati. Poleg tega je kalna voda zlasti v Kotličih zablatila mreže, da niso več prepuščale vode. Zato ni mogoče trditi, da bi negativni rezultati pri ugotavljanju trosov izpričevali nepovezanost izvira z otroseno vodo. Spričo tega in glede na hidrokemične analize ter meritve pretokov smemo trditi, da imajo Kotliči ob zelo nizki vodi zvezo samo s Strženom ali niti te ne, ko voda narašča, pa se povežejo tudi z vtokom Cerkniščice v Svinjsko jamo.

Čeprav je bilo na Raku pred izlivom Prunkovca zajetih zdaleč največ v Malo Karlovico vloženih trosov in se vodni rovi te jame raz-

hajajo ne le proti SW, ampak tudi proti NW, torej proti Zelškim jamam, ki imajo dva južna kraka, se zdi ta zveza z vidika celotne hidrogeološke situacije presenetljiva.

Med poglavitnimi nalogami hidrološkega raziskovanja je bila rešitev vprašanj, ki so jih nakazale dotedanje ekskurzije v Rakov rokav Planinske jame. Pred enim desetletjem je bilo ugotovljeno, da priteka skozi končno jezero in odteka skozi končni sifon rokava tako imenovani Javorniški tok, ki ga Rak ob višji vodi odrine, da teče po jami do sotočja s Pivko (N. Čadež, 1955/56). Še nepojasnjeno pa je natančnejše mesto pritoka te vode ob raznih stanjih vode, in vprašanje, zakaj se voda med drugim jezerom in Vodnim rovom* razteka v nasprotne smeri (prim. I. Michler, 1955). V jami so zaradi nepreciznih starejših meritev celo domnevali, da so v nedavni preteklosti nastale spremembe v smeri glavnega rova (prim. R. Savnik, 1960).

Ekskurzija petih speleologov 28. avgusta 1962 je ob izredno nizki vodi našla v Rakovem rokavu podobne razmere kot prejšnje odprave ob enaki vodi. Kakih 100 m jugovzhodno od II. jezera se je v gladini vode odpiral v severovzhodni steni ozek, komaj prehoden vodni rov (5 m v smeri 130°, 3 m v smeri 80° in 5 m v smeri 150°), iz katerega je rahlo pihal hladnejši zrak (9°) kot je bil v glavnem rovu (10°), verjetno zaradi hladnejše nakapane vode v dnu. Ob kasnejših ekskurzijah je ta rov zalivala voda. Med gruščem na začetku slepega kolena, ki je v južni steni med Pisanim in Vodnim rovom in ki naj bi ga med leti 1887 in 1928 zaprl podor (R. Savnik, 1960, 220), je pritekal v glavni rov droben curek prenikle vode s temperaturo 9,2° (celokupna trdota blizu 11° N). Med drugim jezerom in Kapniško dvorano ni bilo mogoče v glavnem rovu ugotoviti nobenega pretakanja vode. Iz drugega jezera je odtekala proti izhodu iz jame tako neznatna vodica, da je to mogla biti le prenikla voda. Voda v tretjem in četrtem jezeru onstran Podorne dvorane pa je bila očitno drugega porekla. O tem priča naslednja tabela:

	Temperatura		Smer pretoka	Celokup. trdota
	zraka	vode		° N
Odtok iz I. jezera	11,0	9,9	proti slapu	10
Rudolfov rov, konec	10,1	9,2	proti slapu	11—12
II. jezero	12,2	12,1	miruje	10—11
V. jezero	9,5	8,2	proti končnemu sifonu	11—12
Malenščica, spodnji izvir	—	8,7		11—12

Napačno bi bilo, če bi hoteli veliko toplino vode v III. jezeru razložiti s segrevanjem po zraku. Segrevajo jo skalne stene, ki jih poleti obliva topla voda. Podobno toplino, kot smo jo našli v petem jezeru

* Rove poimenujemo tu enako kot v Acta carsologica I (I. Michler, 1955, priloga I), le jezera za Podorno dvorano označujemo v smeri proti vzhodu kot 3., 4. in 5. jezero, da ne bo zamenjave s prvima dvema jezeroma za Dvojčkom, to je med Veliko dvorano in Vodnim rovom.

pozimi (8,2°), so v njem namerili tudi poleti (8,4° dne 24. junija 1950 — I. Michler, 1955, 96). Zato tok, ki teče skozi peto jezero, ni mogel segreti jamskih sten v kotanji III. jezera ali v Kapniški dvorani, kjer je bila toplina zraka 10,8° N. Skozi III. jezero je mogel teči odtok iz Rakovega Škocjana oziroma Cerkniškega polja, ki se poleti segreva.

V brzici na koncu V. jezera smo z metrskim trakom in merilno palico izmerili pretočni presek na dveh mestih (220 in 217 dm²). S stoparico in plavajočim predmetom v strženu smo ugotovili v obeh presekih brzino 3,6 cm/sek. Ker je bila videti brzina pretoka v vsem preseku dokaj enaka, dejanski pretok najbrž ni bil mnogo pod 792 l/sek.

Dne 26. februarja 1963 je spodletel poskus, da bi prodrli do konca Rakovega rokava. Vodomer pri vhodu v jamo je kazal 90 cm; gladina je upadala, brzic izza slapa ni bilo, ker se je vsa voda pretakala v grušču. Obe prvi jezeri je povezovala enotna vodna gladina. Medtem ko je bila temna črta, ki zaznamuje na steni višino visoke vode, ob obisku 28. avgusta 1962 v Vodnem rovu 3,35 m in pri I. jezeru 5,5 m nad vodno gladino, je bila 26. februarja 1963 le 1,9 m nad njo. Analiza vod je dala naslednje podatke:

	Ura	Temperatura		Trdota v °N			
		vode	zraka	karb.	celok.	CaO	MgO
Začetek Vodnega rova	11	7,1	7,3	9,0	9,6	7,7	1,9
Rudolfov rov	13	7,4	8,0	9,1	9,8	8,2	1,6
Pivka na sotočju	13³⁰	3,4	—	7,0	7,7	7,6	1,1
Malenščica, spodnji izvir	15	6,0	0,6	9,4	10,1	7,7	2,4

Nedaleč od II. jezera je segala voda do stropa.

Dne 14. februarja 1964, ko je vodokaz na vhodu v jamo zaznamoval višino 25 cm, in je bilo v sifonski poziciji, kjer smo se morali pri prejšnji ekskurziji vrniti, med vodno gladino in stropom 2 m zraka, je bil do kraja dostopen 18 m dolgi, 3 m visoki in prav tako široki rov malo pred slepim kolenom na koncu Vodnega rova. Zatrpan je z ilovico, kar vzbuja videz, da imamo tu opravka z daljšim skalnim rovom, ki ima dno v približno isti višini kot glavni rov, a nekaj metrov nižji strop.

V ostalem rokavu so bile podobne vodne razmere kot 28. avgusta 1962. Kot takrat smo tudi to pot izmerili pretok pri petem jezeru proti končnemu sifonu; prenašal je približno 720 l/sek, to je za le 70 l/sek manj. Tudi hidrologi so 18. avgusta 1950 ocenili ta pretok na ½ m³/sek (N. Čadež, 1955/56, 293), kar dokazuje, da so vodne količine ob nizki vodi precej stalne. Po navedbah F. Jenka (1959, 57) odteka z globokega krasa, kakršen je na primer v Hrušici ali na Nanosu in tudi v Javornikih, ob pretežno in skrajno majhnih vodah 2—6 l/sek km², najčešče, posebno na plitvem krasu, pa 3—4 l/sek km². Če izračunamo na osnovi tega podatka areal vodozbirnega območja merjenega toka v Rakovem rokavu, dobimo pri 3—6 l/sek 200—100 km² zaledja. Ob nizki vodi je brez površinskega odtoka ozemlje, ki ga približno omejuje črta: Ravberkomanda—Postojna—Zagorje—Ojstrica—Snežnik—gorski

rob ob Notranjskem podolju oziroma ob Babnem, Loškem in Cerkniškem polju ter ob Rakovi dolini. To ozemlje ima nad 300 km². Že ta račun kaže na izdatno odtekanje vode iz Javornika mimo Planinske jame naravnost v Malenščico, ki ima tudi ob nizki vodi okoli 1,5 m³ na sek. Tej količini bi po F. Jenku ustrezalo 250—500 km² ozemlja. Če pa vzamemo za odtekanje najbolj verjetno količino blizu 4 l/sek/km², dobimo površino 350—400 km². Možno je, da odtekajo v Malenščico tudi vode vzhodnosnežniškega področja, kjer »vzhodnosnežniški podzemni tok« še ni dokazan (prim. F. Jenko, 1959, 61). Še bolj verjetno pa je, da priteka semkaj voda tudi s severnovzhodnega dolomitnega ozemlja. Na to bi kazala precejšnja magnezijeva trdota nizke Malenščice, ki znaša navadno 1,7—2,5° N.

Hidrokemična analiza vzorcev z dne 14. februarja 1964 je dala naslednje podatke:

	Temperatura		Trdota v °N				Opomba
	vode	zraka	karb.	celok.	CaO	MgO	
Odtok iz I. jezera	8,1	8,1	—	—	—	—	Pretok nekaj l/sek
Drugo jezero	8,1	—	—	—	—	—	teče proti I. jezeru
Pisani kanal	8,2	—	10,0	10,3	9,8	0,5	
Kapniška dvorana, tolmun ob južni steni	8,2	—	—	—	—	—	stoječa voda
III. jezero	7,8	7,9	9,9	10,7	9,8	0,9	
V. jezero	8,1	—	9,5	10,3	9,3	1,0	teče proti sifonu

To pot razlike med III. in V. jezerom niso bile velike.

Najuspešnejša je bila ekskurzija 29. septembra 1964, ko je kazal vodomer višino 70 cm pri upadajoči vodi. Iz Rakovega rokava je pritekalo znatno več vode kot iz Pivškega, domnevno okoli 1 m³. Vodni gladini v II. jezeru in v Vodnem rovu sta bili izravnani. V prvi sifonski poziciji je bilo med vodo in stropom le 25 cm zraka, na koncu Pisanega rova, tik pred Kapniško dvorano, kjer se je moral obrniti tudi F. Mühlhofer (1933), pa le 20 cm. Prehod je bil možen le tako, da sva z A. Vadnjalom ležeč na hrbtu potisnila čoln globlje v vodo. Na začetku Kapniške dvorane sta izpod skalnih ruševin pritekali v Pisani rov dve različni vodi: ob severni steni voda s toplino 11,0, v ostalem rovu pa voda z 9,3° C. Hladnejšo vodo je bilo mogoče zasledovati v tolmunih ob južni steni dvorane do njene sredine. Tam moli iz južne stene skalni pomol. Izpod njega je sifonsko pritekala voda s toplino 11,0° in se sredi tolmuna mešala s hladnejšo vodo, ki je prav tako sifonsko pritekala izpod južne stene. Obojna voda si je nato poiskala pot pod podornimi skalami. V Zveznem rovu je tekel potok toplejše vode iz Podorne dvorane v večjo kotanjo na vzhodnem koncu Kapniške dvorane. Enaka voda je bila v tretjem jezeru; zalivala je strop in se vrtinčila v jezeru. Toplejša voda je mogla pritekati le s površja bodisi iz Rakove doline ali s Cerkniškega polja. Preprečevala je hladnejši javorniški vodi odtok proti Malenščici skozi peto jezero ter jo odrinila v Rakovem rokavu do sredine Kapniške dvorane. Ob še

večjem navalu cerkniške vode se umakne dotok javorniške vode verjetno še bolj proti vzhodu, vendar njenega toka takrat ne bo mogoče ugotoviti, ker rokav ob visoki vodi ni dostopen. Že 29. septembra 1964 je pritekal hladnejši tok v glavni rov tudi dalje na vzhodu. Na to bi kazala zmanjšana toplina Raka v jami:

	Datum	Temperatura vode	Trdota v °N			
			karb.	celok.	CaO	MgO
Stržen pri Nartah	1. 10. 1964	16,1	11,5	12,5	9,1	3,4
Cerkniščica pri ponoru v Svinjski jami	1. 10. 1964	14,9	14,3	15,2	7,6	7,6
Rak pri Rakovi žagi	1. 10. 1964	11,0	12,2	13,1	8,5	4,6
Kotliči v Rakovem Škocjanu	1. 10. 1964	13,9	11,3	12,0	9,0	3,0
Rak pod Velikim naravnim mostom	1. 10. 1964	14,0	11,3	12,2	9,0	3,2
Podorna dvorana v Rakovem rokavu Planinske jame, toplejši tok	29. 9. 1964	11,0	10,9	11,2	9,0	2,2
Prav tam, hladnejši tok	29. 9. 1964	9,2	10,2	11,4	9,1	2,3
II. jezero v Rakovem rokavu	29. 9. 1964	9,9	10,2	10,9	9,0	1,9
Malenščica, spodnji izvir	1. 10. 1946	10,8	10,6	12,2	9,0	3,2

Širše zaledje smo hidrokemično analizirali z namenom, da ugotovimo izvor voda v Rakovem rokavu. Na Cerkniškem polju je jezero zalivalo le manjše osrednje dele in Stržen je ponikal skupno s Cerkniščico v umetni strugi med Nartami in Svinjsko jamo. Rak je izpod naravnega mosta tekel v Tkalco jamo, voda v Kotličih, ki je je bilo več kot v Raku ob izstopu iz Zelških jam, je bila razmeroma visoka. V daljšem razdobju brez padavin so dnevne temperature nihale med 10 in 20° C.

Po kemičnih svojstvih se toplejši in hladnejši tok v Rakovem rokavu ne razlikujeta bistveno in presenečata s svojimi trdotami, ki so občutno nižje kot so v dolomitnih pritokih Cerkniškega polja. Po teh svojstvih se najbolj približujeta Loškemu Obrhu. Na njem so štiri meritve v raznih letnih časih ugotovile karbonatne trdote med 10,3 in 11,8, celokupne trdote med 10,3, in 13,3, CaO med 6,0 in 9,1 ter MgO med 1,8 in 3,2° N (Vodnogospodarska osnova porečja Ljubljanice, prirodne osnove — hidrogeologija, št. 4. Projekt Nizke zgradbe, Ljubljana 1954). Ker z loške strani ob večji suši ne priteka na Cerkniško polje nobena večja voda, more Obrh takrat odtekati ob predjamskem prelomu naravnost v Bistro. Še bolj verjetno pa je, da odteka takrat pod masiv Javornikov in tu ob Cerkniškem polju naravnost proti Malenščici, kamor priteka tudi voda naravnost iz Rakovega Škocjana. Da sta tokova, ki sta 29. septembra 1964 ločeno pritekala v Rakov rokav, ob precej nizki vodi ločena tudi med Planinsko jamo in Malni, dokazujejo poleg barvanja 18. avgusta 1950, ki je ugotovilo le zvezo končnega sifona v Rakovem rokavu s spodnjim izvirom Malenščice (N. Čadež, 1952, gl. tab. I), tudi toplinske razlike, ki nastopajo kdaj

ob nizki vodi med spodnjim in srednjim izvirom v Malnih (gl. tab. II). Podobno, toda trajno, sta ločena tokova v Rakovem in v Pivškem rokavu. Le-ta je v celoti nižji (pritočni sifon Pivke je v višini 463 m) kot je Rakov rokav (V. jezero je v višini 468 m). Ob višji srednji vodi teče skozi Rakov rokav tudi odtok iz Velike Karlovice — Raka, kot je dokazalo barvanje 20. aprila 1964. Istočasno obarvanje Malenščice in iztoka iz Rakovega rokava dokazuje, da imata obe žili skupen dovod. Ker se voda v Rakovem rokavu zadržuje v tolmunih, se zdi, da se obe žili razcepita na mestu, ki je bliže Planinski jami kot Malenščici.

Dne 29. septembra 1964 smo opazili, da teče v slepo koleno med Vodnim in Pisanim rovom Planinske jame med skalnimi bloki v tleh bliže desni strani manjša vodica z nekaj manj kot enim l/sek. Imela je isto toplino kot voda v glavnem rovu (9,7°). Nad tem mestom, na stiku desne stene in stropa, je ozek vhod v brezno, globoko okoli 6 m. Vanj smo prišli s pomočjo lestev. Vendar v njem ni bilo vode.

Skozi to slepo koleno torej včasih priteka in včasih odteka vodica iz glavnega rokava. To je možno le, če predpostavljamo za ilovnatim zamaškom daljši rov. Le 400 m od tod se začenja Rudolfov rov, ki v končnem delu zavije proti SE, to je proti omenjenemu slepemu rovu. Proti koncu ga vse bolj zapolnjujejo sive ilovice in peski. Morda sta bila kdaj slepo koleno in Rudolfov rov enoten kanal; skozenj se še danes prelivajo manjše vode med ruševinami. Ob obarvanju požiralnika pod Kremenco pri Postojni se je pojavila barva tako v Rudolfovem rovu kakor tudi v Rakovem rokavu (F. Jenko, 1959, 221).

Ob naših ekskurzijah raztekanja vode v glavnem rovu med II. jezerom in Vodnim dolom, ki ga je našel I. Michler (1955, 82), nismo zasledili. Ob ekskurziji 29. septembra 1964 smo na vrhu podornega kupa, ki sega med II. jezerom in Vodnim rovom do stropa, odkrili med skalnim stropom in ilovico špranje. Razširili smo jih in nato prodrli v dve votlinici s skupno dolžino 30 m. Skalni strop je v njih v enaki višini in obliki kot v Vodnem rovu. Tla so udrta le pod kamini z močnejšo curljajočo vodo, sicer pa je med talno, večinoma zasigano ilovico in stropom le ozka špranja. Mestoma je razkrit grušč. Tega je najti, večinoma pod podornim skalovjem, tudi obakraj vhoda v ta slepi rov in pri I. jezeru. Gradivo podora, ki je zapolnilo slepi rov, je torej prvotno segalo še v glavni rov. Verjetno se po skalnem dnu slepega rova, ki je usmerjen proti NE, preliva v bližnji okolici nabrana prenikla voda, ki se obdobno izteka v glavni rov. To bi mogel biti vzrok raztekanju voda v glavnem rovu, ki je ugotovljeno prav na tem mestu. Tako raztekanje bi pričakovali neposredno po dežju, ko se vodna gladina v glavnem rovu po suši še ni napela.

Ob nizki vodi ponika Rak v celoti nekaj deset metrov pred Velikim naravnim mostom v skalne bloke ob severni strani struge. Od tod ne teče severno od Velikega naravnega mosta pod udorom, ki je po A. Šerku (1948—1949, 200) prekinil strugo Raka. Šumenje v globino padajoče vode izdaja, da teče globlje.

Ko Rak naraste, ne odteka samo skozi odprtino Velikega naravnega mostu (ta je do višine, ki jo dosega gladina vode, tudi sam ves prevotljen), temveč tudi skozi aluvialne ponore pred mostom pod južnim bregom. Značilno je, da se nedaleč od tod začenja v višini terase 530 m širša suha dolina Kotel. V njenem širokem ravnem dnu je drevesnica, ob južnem kraju pa niz vrtač. Ob povodnji 20. septembra 1964

Sl. 3. Z melioracijami so bistveno razširili in za 2,5 m znižali vhod v Veliko Karlovico. Toda v oddaljenosti 370 m od vhoda je ostala ožina s premerom 6 m², kar vzbuja dvom, da bi mogla jama zares požirati 47 m³/sek. — Fig. 3. Amelioration has essentially enlarged and for 2,5 m lowered the cave entrance into Velika Karlovica. But in a distance of 370 m a narrow with a crossection of 6 sq m remained. The statement that the Cave is drained up to 47 cu m pro second of the lake water is therefore doubtful.

je stala voda v Rakovem Škocjanu le 2 m niže od začetnega dna te suhe doline, ki bi se ob nadaljnjem naraščanju vode spremenila v slepo dolino. Podobno kot potok v Mali in Veliki Karlovici se ob nizki vodi tudi Rak razteka pred Velikim naravnim mostom in si poišče pot v nižje horizonte. Tudi Tkalca jama se razveji v dva rokava. O tem, ali teče voda iz severnega rokava v smeri nekdanje jame, ki se je prej

raztezala do Malnov in se ji je strop udrl v Unški koliševki, moremo samo ugibati.

b) *Vodne zveze ob srednji vodi.* Ob srednji vodi obstaja na Cerkniškem polju manjše jezero, ki odteka v Strženu mimo Nart in Svinjske jame ter skupno s Cerkniščico v Veliko Karlovico, včasih pa tudi v Malo Karlovico. Le-ti jami sta takrat nedostopni in smeri njunih vodnih odtokov neznani. Peščeni nasip pri razcepišču v Veliki Karlovici, ki je omenjen pri opisu nizkih voda, dokazuje, da odtekajo srednje in visoke vode v južni krak. V zahodni sifon pritisne takrat neznan tok. Verjetnost odtekanja srednjih voda v nižje horizonte nakazujejo tudi rezultati barvanja Velike Karlovice (priloga I), ko se je obarvana voda pojavila v Kotličih prej kot v Prunkovcu. Kotliči so pri srednji in visoki vodi bolj vodnati kot Rak, ki priteče iz Zelških jam.

Morda prihaja neznana voda do podzemeljskega Raka med Veliko Karlovico in Malim naravnim mostom v pritočnem sifonu na koncu Zelških jam. V skalnih špranjah, skozi katere priteka voda v jamo, smo 25. avgusta 1963 v sifonu namerili globino 28 m. Verjetno sežejo te špranje do nižjih vodnih horizontov, ki so na Cerkniškem polju do globine 95 m (M. Breznik, 1962, 127). Tam so ob predjamskem prelomu navrtali 3—4 m visoke, z ilovico zapolnjene kaverne. Pritočni sifon v Zelške jame sega do n. v. okoli 495 m, kar je niže kot izvir Raka iz Zelških jam in niže kot začetna aluvialna terasa ob Raku. Neki neznani dotok vode v podzemeljski Rak nakazuje analiza vode dne 30. maja 1964 (gl. tab. II). Takrat je bila Cerkniščica po nalivih visoka in kalna. Močno in hitro so narasli tudi ostali z dolomitnega ozemlja na Cerkniško polje prijahajoči pritoki. Rak v Zelških jamah je imel znatno večjo celokupno in zlasti dolomitno trdoto kot Cerkniščica, ki je edina tekla v Veliko Karlovico. Njegovo celokupno trdoto 14,2° N in dolomitno trdoto 8,8° N moremo primerjati s trdoto naslednjih pritokov severnega dolomitnega ozemlja:

	Datum	Temperatura vode	Trdota v °N			
			karb.	celok.	CaO	MgO
Talna voda na Unškem polju v spodnjem Rakeku	16. 11. 1964		15,5	16,6	9,8	6,8
Križna jama, Matjažev rov	25. 9. 1964	8,6	12,9	13,4	8,1	5,5
Križna jama, Blatni rov*	25. 9. 1964	9,4	12,5	14,1	8,0	6,1

Podobno veliko trdoto ima kdaj tudi nizka Škratovka (tab. II, 19. februarja 1963). Da ni vselej taka zaradi pritoka z Unškega polja, bi kazala visoka temperatura 12,7° C dne 13. maja 1965. Saj na zahodnem Unškem polju ni površinskih tokov. Vse te z merjenji dokazane

* Po združitvi obeh potokov pri Kalvariji v Križni jami je v kotanje zajezena voda v sedanjosti sigotvorna, saj so ob rasti sigovih pragov in vodne gladine prišli pod vodo že številni kapniški stebri in stalagmiti. Zgornja analiza dokazuje, da je prvenstveni vzrok sigotvornosti v mešanju dveh voda z visoko dolomitno trdoto, kar je primer tudi pri Plitvičkih jezerih. Biološki činitelji (mahovi) so torej drugotnega pomena.

»anomalije« bi mogel povzročiti podzemeljski tok ob predjamskem prelomu, ki ima zvezo s ponori na Cerkniškem polju. Vendar rezultati barvanj Češljenice, Retja in Rešet, ki veljajo za nižjo srednjo vodo in se njihova voda ni pojavila v pritokih Planinskega polja, take zveze niso potrdili. Retje je bilo obarvano ob precej nizki vodi, Češljenica, ko je bil zalit le Zadnji kraj, Rešeta pa, ko je voda zalivala ponore.

Šestnajsturno zakasnitev obarvane vode v Prunkovcu za Kotliči, ugotovljeno pri barvanju Velike Karlovice, si moremo razlagati z neenako hitrim pretokom v globokih horizontih.

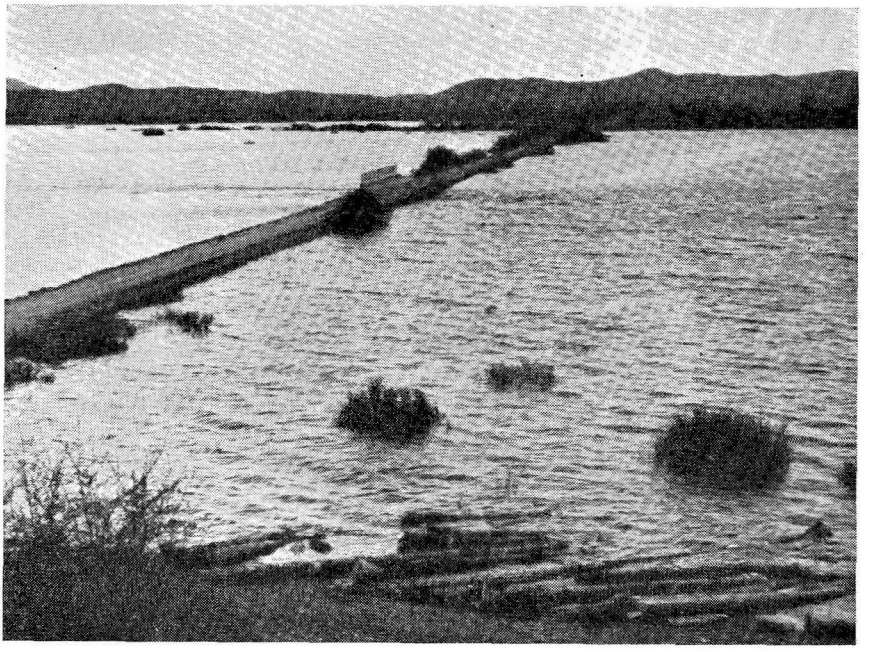
Že ob srednjem stanju se voda s Cerkniškega polja pred Malni razteka v Malenščico in v Rakov rokav Planinske jame, kjer odrine globinsko vodo izpod Javornikov. Čim bolj ta prevladuje, tem manjšo dolomitno in celokupno trdoto ima odtok iz rokava.

c) *Zveze ob visokih vodah.* Cerkniško jezero se ob visokih vodah razlije do zahodnih ponornih jam in ima dokaj homogeno vodo, ki je mešanica dolomitnih in apneniških voda. Njena dolomitna trdota je takrat pokazatelj za množino vode, ki priteka izpod Javornikov, in te, ki prihaja s severnega dolomitnega ozemlja. Ekstremne vrednosti so bile izmerjene dne 6. maja 1965, ko je imelo jezero pri Dolenji vasi 10,0° N CaO ter 0,5° N MgO. Dne 1. oktobra 1964 je imel jezerski odtok Stržen pri Svinjski jami 9,1° CaO ter 3,4° MgO. Toda 20. septembra 1962 (gl. tab. II) je bila vkljub temu, da je jezerska gladina segala 1 m pod vhodni strop Velike Karlovice, voda Raka iz Zelških jam bolj trda kot jezernica ali kot voda tedanjega direktnega jezerskega odtoka v Kotličih. Večja dolomitna trdota Raka je mogla izvirati iz dotokov s severnega, zelškega dolomitnega ozemlja, iz pritokov s severozahodne, bolj s Cerkniščico mešane jezerske vode, ali pa iz globinskega dotoka vzdolž predjamskega preloma. Značilno je, da je imel ta dan Prunkovec manjšo dolomitno trdoto kot jezerski odtoki in je njegovo porečje segalo bolj v apneniško zaledje kot pri Kotličih. Tipična jezerska voda se je takrat javljala tudi v Malenščici in v Škratovki. Od dotokov na Planinsko polje se je izdvajal le iztok iz Rakovega rokava Planinske jame z neznatno dolomitno trdoto.

Podoben pritisk javorniške vode v Rakov rokav Planinske jame je bil opazen tudi 7. januarja 1963, ko je bila v iztoku iz rokava enaka voda kot v spodnjem izviru Malenščice. Srednji in zgornji izvir sta imela večjo dolomitno trdoto in torej živahnejše dotoke s cerkniške strani. V nasprotju s tem pa je imela Škratovka manjšo dolomitno trdoto kot Malenščica. Škratovka se je podobno razlikovala od Malenščice tudi ob zelo visoki vodi 22. oktobra 1964. Vse to dokazuje, kako nestalno je vodozbirno področje Škratovke. Ob nizki vodi bi še mogli računati z dotokom z Unške uvale. Toda ob visokih vodah ima Škratovka do okoli 7 m^3/sek. vode (Savnik, 1960, 213), ki priteka pretežno z apneniškega ozemlja, tako da takrat ni bistveno manjša od Malenščice. Ker si je težko predstavljati, da bi tedaj pritekala v Škratovko voda iz Javornikov pod stalnimi toki, ki so med Rakovim

Škocjanom ter Planinskim poljem, ostane za razlago teh razmer možnost, da ima Škratovka zvezo z Loškim ali Cerkniškim poljem.

Predpostavljeni dotoki v Škratovko ob predjamskem prelomu bi lahko pojasnili naslednja opažanja in merjenja: ugreze v naplavini vršaja Cerkniščice južno od Dolenje vasi na stiku med dolomitom in apnencem, zajezovanje severnega sifonskega rokava v Veliki Karlo-



Sl. 4. Cerkniško jezero pri Goričici 6. maja 1964, ko je imela Škratovka kemično enako vodo kot jezero. — Fig. 4. The Cerknica Lake at hill Goričica, taken on 6th May 1964, when the Lake and the spring Škratovka (Planina polje) had the same chemical composition of the water.

Vse fotografije — All photos: I. Gams

vici ob višjih vodah, nestalno dolomitno trdoto Škratovke in njeno obdobno bolj apneniško vodo kot je voda v Malnih.

Zvezo Škratovke z vodami Cerkniškega in Loškega polja so najbolj potrdila naša sistematična merjenja v maju 1965, ko je Cerkniško jezero po daljšem deževju naraslo in nato upadalo približno v časovni zapovrstnosti, ki je po pripovedovanju domačinov običajna: štiri dni po začetku deževja jezero pride, teden dni drži in nato se dva tedna prazni.

Dne 6. maja 1965 je segala naraščajoča voda na vodomeru pod mostom pri Goričici do 360 cm. Škratovka je bila močna, Unica se je v zgornjem delu Planinskega polja razlivala čez strugo.

	Trdota v °N			
	karb.	celok.	CaO	MgO
Cerkniško jezero pri Goričici	9,9	10,5	10,0	0,5
Rak pod Velikim naravnim mostom	9,7	10,1	9,55	0,6
Škratovka	9,4	9,6	9,0	0,6

Vode so torej bile še dokaj enake. Preseneča izredno majhna magnezijeva trdota, ki dokazuje, kako majhen je delež, ki ga dajejo jezerski vodi ob takih situacijah potoki s severnega, dolomitnega ozemlja. S temi podatki je trditev, da ima nizka in srednja Malenščica stalne dotoke z dolomitnega ozemlja, še bolj podkrepljena (gl. str. 29).

Teden kasneje, 13. maja, ko je segalo Cerkniško jezero za streljaj pred Veliko Karlovico, ki sta vanjo tekla Cerkniščica in v še večji meri odtok jezera po strugi Stržena (odnosno Cerkniščice), so bile razlike občutnejše. Zrak je imel ob popoldanskih meritvah okoli 17° C.

	Temperatura vode	Trdota v °N			
		karb.	celok.	CaO	MgO
Odtok iz jezera v Veliko Karlovico	15,5	9,5	10,1	9,8	0,3
Cerkniščica pri Veliki Karlovici	12,1	13,6	14,1	10,1	4,1
Zelške jame, Mali naravni most	12,7	10,4	10,8	9,3	1,5
Rak, Veliki naravni most	13,4	9,9	10,8	9,4	1,4
Škratovka	12,7	9,8	10,3	9,8	0,5

(Kotliči so imeli tedaj 13,2° C.)

Nizka dolomitna trdota Škratovke odvrača od misli, da bi imela zvezo z Rakom v Rakovem Škocjanu, s Cerkniščico, z vodami v Veliki Karlovici ali s tistimi v Zelških jamah. Njena zveza z vodami Cerkniškega jezera je očitna.

Ob zelo visoki vodi 26. oktobra 1964 je gladina Raka v Rakovem Škocjanu segala pri Rakovski žagi ob severnem bregu le pol metra niže od vseh ostankov zidov. Iz Zelških jam je priteklo manj vode kot v Prunkovcu in ni zalivala niti zidanega mostička pri Zelški žagi. Stalni izvir Prunkovca je bil zalit. Zahodno od hotela v Rakovem Škocjanu je izviral močan potok na začetku grapice le 3 m niže ceste. Voda je preplavljala cesto nad izvirom v Kotličih do višine 25 cm. Najjužnejši izvir je vrel iz skalnih gozdnih tal kakih 15 m južno od ceste nad Kotliči. Na parceli Zadnja njiva se je zahodno od Kotličev pojavil nedaleč od stoječe vode Raka nov, dotlej neznan izvir. Sodeč po fizikalnih in kemičnih svojstvih so bili vsi zahodni izviri do hotela vezani na skupni dovod. Drobne razlike pa pričajo, da so dobivali zahodnejši izviri razmeroma večje dotoke iz apniških Javornikov kot pa vzhodni. Pritisk javorniških voda in odrivanje jezerske vode, ki se kdaj opaža v Rakovem rokavu Planinske jame, je zajel to pot že dolino Rakovega Škocjana. Prunkovec je ohranil še najtesnejše stike z jezersko, bolj dolomitno vodo. Vodozbirno področje tega izvira se

torej ob raznih stanjih vode in situacijah bistveno menja. Njegove zveze z jezerom so kdaj tesnejše, kdaj pa slabše kot pri Kotličih.

Ob daljnovodu, ki poteka od hotela v Rakovem Škocjanu čez Rak proti severu, je na kraju travniških Dolgih lazov tik pod cesto vhod v novoodkrito Jamo pod cesto v n. v. okoli 520 m. Je na koncu slabo izoblikovane zatrepne doline, katere dno se dviga od Raka proti severu. Vhodni 2 m visoki vodoravni erozijski rov se po 20 m prevesi v nižjo etažo, ki jo doseže v južni polovici. Kot dokazujejo več metrov globoki udori v talno sigo, je severni rokav globoko zatrpan z ilovico, sigo in mestoma z gruščem. 75 m dolgi rov je le del nekdanje visoke jame. Južni rokav je dostopen zaradi tega, ker se je udrla ilovica, ki je prej napolnjevala ves prostor. Njegov konec, kjer sega talna ilovica do stropa, je kakih 10 m niže vhoda v jamo.

V jamskem katastru Inštituta za raziskovanje krasa SAZU je bila Jama pod cesto označena kot fosilni požiralnik Raka. Nalašč temu vprašanju posvečeni ogled 26. oktobra 1964 je ugotovil v Severnem rokavu fasete, ki dokazujejo, da je tekla voda iz jame proti Raku. Na to kažejo tudi razmere v južnem rokavu, kjer je južni požiralni konec zatrpan do stropa. V to smer teče po zasiganih tleh droben vodni curek. Čeprav seže z dnom do n. v. okoli 510 m, ob veliki povodnji dne 26. oktobra 1964 skozi jamo ni tekla ponornica.

Jama pod cesto je torej fosilna pritočna jama Rakovega Škocjana; njen zgornji vhodni rov je služil za iztok visoke vode, ki ga nižji rokav ni zmogel. Da ima take višje iztočne rove tudi izvir v Kotličih, dokazujejo ob povodnji njegovi zgornji studenci. Jama pod cesto je bila verjetno zadnja pritočna jama potoka vzdolž predjamskega preloma. Odtod se pretaka domnevno v nižjem nivoju in zavije ob nizki vodi verjetno pred Planinskim poljem proti Bistri. K taki domnevi silijo naslednji razlogi:

1. Dolomitni pas se severozahodno od Cerknice vse bolj oži. V globini je pod Unško uvalo še ožji kot na površju, ker sega — to je dokazano vsaj ob predjamski prelomnici — južni kredni apnenec pod dolomit in ni izključena možnost, da leži večina dolomita na apnencu (R. Gospodarič, 1965). Da je dolomit Unške uvale mestoma skladovit in sposoben vzdrževanja vodnih kanalov, dokazuje Bratni dol.

2. Dolomitno ozemlje Planinskega polja predstavlja reliefno najnižje, hidrografsko pa najvišje pretočno področje za vode, ki tečejo iz zakrasele apneniške gmote Javornikov in okolice proti izvirom Ljubljanice. Toda koncentracijska moč Planinskega polja upada in ga na primer na zahodu že obide nizka Hotenjka, ko teče po nižjih podzemeljskih kanalih proti NE,* tako da doseže polje le še ob višji vodi. Podobno se more izogniti Planinskemu polju tok ob predjamskem prelomu, tako imenovani zelški tok, ki doseže kraj polja v Škratovki le ob višji vodi, medtem ko zavija ob nizki vodi pod Unško uvalo proti Bistri.

* Gl. tudi I. Gams-P. Habič, Brezno pod Grudnom. Proteus 1961/1962, št. 2.

3. Severno od Unške uvale je niz kolišev, usmerjen skraja proti NE (Lanovščica, Velika jama, Koprivnica, Logaška kolišev), nato pa proti NW (Laška, Rakovška, Ivanjska kukava), ki izdajajo nadaljnjo pot zelškega toka.

4. Dasi so nam na voljo rezultati več barvanj, medsebojne zveze izvirov Velike Ljubljanice, Male Ljubljanice in Bistre še niso povsem pojasnjene. Ker se pojasnitev teh zvez posredno tiče odtoka s Cerkniškega polja, smo opravili ob različnih stanjih vode hidrokemične analize na izvirih od Primčevega studenca do Bistre (gl. tab. III). Rezultati so tu analizirani predvsem s stališča, kako v teh izvirih prevladuje hidrokemično neenaka voda s sledečih hidrografskih ozemelj:

a) z dolomitnega in skrilavega ozemlja med Vrhniko in Hotedršico. Tipični predstavnik Hribska voda izkazuje visoko dolomitno trdoto in majhno kolebanje topline med letom;

b) iz pretežno apneniškega hidrografskega zaledja Planinskega polja (razmeroma majhna dolomitna trdota in veliko kolebanje topline med letom);

c) s pretežno dolomitnega ozemlja med Bistro in Cerkniškim poljem (zmerno kolebanje topline, velike celokupne in dolomitne trdote), kamor težijo tudi nekateri odtoki s Cerkniškega polja.

Tukaj nista upoštevana Ribčev studenec in Primčev studenec, ki sta iztoka z bližnjega dolomitnega zaledja in ne izkazujeta občutnejšega letnega kolebanja topline.

Ob veliki suši 10. oktobra 1964 so presenetile izredno velike dolomitne trdote na vseh izvirih in torej tudi na teh, ki imajo zvezo s Planinskim poljem. Ugotovljene dolomitne trdote so velike posebno glede na to, da imajo vode s tega ozemlja absolutno in relativno najvišje take trdote pozimi. Prvi hidrokemični vodni skupini pripada (gl. tab. III) glede na majhne topline, majhno karbonatno in CaO trdoto predvsem Hribska voda, k drugi pa predvsem Veliki Močilnik. Njegovo razmeroma veliko dolomitno trdoto si moremo delno pojasniti s tem, da priteka na Planinsko polje ob nizkem stanju vode daleč največ vode po Malenščici, ki ima dolomitno trdoto blizu 2° N. Mali Močilnik pomeni že prehod k prvi skupini. V tretjo skupino uvrščamo izvire toplinsko in kemično enakih voda od studenca Pod orehom (Malo in Veliko okence sta bili takrat suhi), Lubije na potoku in Ceglarjevega potoka do Bistre.

Ob srednji vodi 6. decembra 1962 so imeli izviri, ki so v zvezi s Planinskim poljem, mrzlo vodo in majhno dolomitno trdoto. Ta voda je v izvirih Ljubljanice znatno bolj prevladovala; pri nizki vodi je daje dolomitno porečje razmeroma več. Glede na prevladovanje druge hidrokemične skupine so se izviri takrat vrstili tako: Veliko okence v Retovju in Lubija na potoku z enako vodo. Veliki Močilnik, Mali Močilnik, Izvir pod orehom (Retovje) in Malo okence (Retovje). Močan pečat pa so dali odtoki s Planinskega polja tudi izvirom dalje na vzhodu, najbolj Križajevemu studencu in Ceglarjevemu studencu, manj pa Bistri. Neprizadeta je bila le Hribska voda.

Vode smo analizirali v času upadanja. Odtoki s Planinskega polja pa se niso bistveno zmanjšali zaradi takratnega obstoja jezera in zato tako prevladujejo na izvirih Ljubljanice.

Ob visoki vodi 7. januarja 1963 se je odtekanje vode s Planinskega polja med izviri Ljubljanice razširilo na vzhod in zahod na škodo prve in tretje hidrokemične skupine. Ker imajo kanali podzemeljske Hotenjke in domnevnega zelškega toka dokaj omejene pretočne sposobnosti, se vsa višja voda še preliva na Planinsko polje, kjer deluje postopno z dviganjem jezerske gladine vedno več požiralnikov. Glede prevladovanja planinske vode si izviri Ljubljanice sledijo v istem vrstnem redu kot pri prej analizirani srednji vodi. Veliko okence v Retovju in Lubija na potoku sta tudi zdaj najbolj neposredna iztoka planinske vode. Za njima sledijo Veliki Močilnik in Izvir pod orehom ter, z večjo razliko, Mali Močilnik. Majhne trdote Hribske vode so odraz pritekanja planinske vode tudi v ta izvir. Nekoliko manj kot tu se mešajo planinske vode v izvirih od Ceglarjevega studenca do izvira Bistre. Tu je izvir pri elektrarni še najbolj čisti iztok tretje hidrokemične skupine in se zato loči od bližnjega izvira pri gradu.

Da so vode, ki izvirajo v studencih med Primčevim in Ribčevim studencem, v kraškem zaledju neposredno ali posredno povezane, dokazujejo tudi barvanja.*

Hidromehanizem izvirov Ljubljanice je rezultat geološke strukture in hidrološkega razvoja. Prvotne najnižje vodne kanale si moramo misliti v jurskih apnencih, ki segajo do izvirov Velike in Male Ljubljanice. Toda te izvire je prizadela kvartarna akumulacija dolomitnega grušča z bližnjega dolomitnega višavja. Zato si je podzemeljska voda izsilila bližnjo pot skozi obrobni dolomitni pas do Ljubljanskega barja pri Bistri. Izviri Bistre, ki so najnižji med vsemi, so tudi najmlajši, tako da se za njimi niso izoblikovale zatrepne doline, kot se je to zgodilo na primer na izvirih Velike in Male Ljubljanice. Le-ti izviri služijo vedno bolj izlivu višjih voda, ki jih mladi kanali v dolomitu ne morejo pretočiti. Po odmaknjenosti brega bi sodili, da je izvir Hribske vode najstarejši.

Povezanost podzemeljskih tokov, ki se pojavljajo na izvirih Ljubljanice, pa ni splošna in tudi ni v enakih višinah. Ne odvisi samo od stanja vode, temveč tudi od medsebojnega razmerja omenjenih treh vodnih skupin. Barvanje more ugotoviti le enkratno stanje povezanosti. Žal so bila vsa dosedanja barvanja opravljena le ob srednjih vodah (A. Šerko, 1946, in N. Čadež, 1952).

Malo je verjetno, da bi se vode s Cerkniškega polja pretakale proti Bistri na vsej razdalji skozi dolomit. Rezultati hidrokemične analize ob visoki vodi, ki govorijo o pritekanju planinske vode še

* Po izdelavi te razprave je Hidrometeorološki zavod SRS barval v maju 1965 Unico na Planinskem polju. Pojav barvane vode v izvirih od Močilnika do vključno Bistre povsem potrjuje naša dognanja.

Pri zajemanju vode na izvirih Ljubljanice za kemične analize je sodeloval dr. Peter Habič, ki se mu za to zahvaljujem.

Tabela III

Hidrokemične analize izvirov Ljubljanice

a) Ob izredno nizki vodi 10. oktobra 1964 po daljši sušni in razmeroma topli dobi

	Toplota	Trdota v °N			
		karb.	celok.	CaO	MgO
Primčev studenec	10,9	9,8	12,0	7,0	5,0
Hribska voda	10,8	11,1	11,9	7,0	3,9
Mali Močilnik	11,2	10,9	12,0	8,1	3,9
Veliki Močilnik	11,8	9,8	11,2	7,8	3,4
Vel. Ljubljanica — Izvir pod orehom	12,0	12,0	12,4	9,1	3,3
Lubija — Na potoku	12,2	11,5	12,7	9,5	3,2
Ceglarjev potok	12,0	11,8	12,7	9,4	3,3
Bistra — pri elektrarni	12,0	11,9	12,9	9,6	3,3
Ribčev studenec	10,0	11,3	12,4	7,0	5,4

b) Ob srednji vodi, ko je po daljši jesenski suši nastopilo daljše deževje z mrazom in snegom. Na dan meritev 6. decembra 1962 je bila voda jezer na Planinskem in Cerkniškem polju kljub temu, da ju je pokrivala tanka ledena skorja, že v upadanju. Dnevne topline so se gibale med — 13 in — 4° C.

Primčev studenec	9,9	12,2	13,2	7,7	5,1
Hribska voda	8,65	10,9	12,0	7,0	5,0
Mali Močilnik	4,65	10,1	10,1	8,2	1,9
Veliki Močilnik	3,4	10,4	10,1	8,3	1,8
Veliko Retovje — Malo okence	3,4	10,6	10,6	8,4	2,2
Veliko Retovje — Veliko okence	2,8	9,5	10,4	8,3	1,9
Vel. Ljubljanica — Izvir pod orehom	3,2	10,1	10,8	8,6	2,2
Lubija — Na potoku	2,8	9,8	10,4	8,5	1,9
Lubija — Ceglarjev studenec	5,0	9,9	11,1	8,4	2,7
Kržajev studenec (Lubija)	6,6	9,5	10,8	8,3	2,5
Bistra — pri gradu	5,8	10,4	11,2	8,4	2,8
Bistra — pri mlinu	6,0	10,4	10,9	8,2	2,7
Bistra — pri elektrarni	6,0	10,4	11,2	8,4	2,8
Ribčev studenec	8,6	10,4	11,6	6,7	4,9

c) Ob izredno visoki vodi 7. januarja 1963, ko je kazal vodomer v Planinski jami 290 cm. Po zelo mrzlem decembru je nastopila zadnje dni leta odjuga z dnevnimi toplinami med 1 in 6° C, tako da snežna odeja ni bila več strnjena.

Primčev studenec	10,0	8,7	11,6	5,7	5,9
Hribska voda	9,0	7,4	8,5	5,4	3,1
Mali Močilnik	7,8	10,4	8,0	5,8	2,2
Veliki Močilnik	7,1	7,3	8,0	6,2	1,8
Retovje — Veliko okence	6,7	7,8	8,8	7,1	1,7
Vel. Ljubljanica — Izvir pod orehom	—	7,8	8,8	6,8	2,0

	Toplota	Trdota v °N			
		karb.	celok.	CaO	MgO
Lubija — Na potoku	6,6	7,8	8,2	6,9	1,3
Ceglarjev studenec	7,8	8,4	10,2	7,1	3,1
Kržajev studenec	8,9	9,0	10,5	7,2	3,2
Bistra — pri gradu	8,1	7,4	10,2	6,9	3,3
Bistra — pri elektrarni	8,3	9,5	11,4	6,8	4,6
Grogorjev dol, stoječa voda v dnu (zrak 6,0)	7,2	7,1	10,2	6,4	3,8
Logaščica	6,0	9,5	10,8	5,6	4,2
Malenščica, srednji izvir	5,8	7,1	8,8	6,3	2,5
Škratovka	6,2	7,1	8,1	6,4	1,7
Rakulk	7,8	9,8	9,6	8,5	0,1

v izvir Bistre, pričajo, da dosegajo cerkniške ponornice vsaj deloma liadne apnence.

Bistra ima na kraju Ljubljanskega barja podobno vlogo do sosednjih višjih izvirov kot Malenščica na Planinskem polju. Oba izvira zmoreta le nizke pretoke, medtem ko si visoke vode poiščejo dodatne iztoke v Mali in Veliki Ljubljanici pri Vrhniki oziroma v Planinski jami pri Planini.

III. PODZEMELJSKI HIDROLOŠKI SISTEM

Vodno odtekanje z obarvanega ozemlja in z njim povezana oblikovitost reliefa odvisita od geološke sestave širšega ozemlja. Zanjo je značilen že v paleogeografskih razmerah zasnovani odtok proti severu, proti Ljubljanici, toda prav v tej smeri je kredna javorniška gruda v globini zajezena na severu in severovzhodu z dolomitnim pasom in na zahodu, v Pivški kotlini, s flišem (gl. skico, pril. II).* Dolomit sicer ni več popoln jez, ker se skozenj nekje med Cerkniškim in Planinskim poljem prelivajo manjše vode s Cerkniškega polja proti Bistri. Vendar so pretočne kapacitete kanalov v dolomitu mnogo manjše kot v krednih apnencih. Saj priteka površinska voda s severnih dolomitov še v nizkem stanju vode in izginja v ponor na obrobnih apnencih javorniške kredne grude. V njih je najnižji izvir Malenščica, ki zbira vode iz grude. Na Planinskem polju je v n. v. 444 do 448 m najnižji površinski pretok čez imenovano dolomitno pregrado. Višina polja je hkrati najnižja erozijska baza, h kateri so usmerjeni podzemeljski kanali kredne grude. Kredna gruda Javornikov je sicer globoko, toda ne dovolj na gosto prevotljena, da bi lahko odvajala pod nivojem Pivke in Cerkniškega polja vso vodo, kadar ta

* Meje med apnencem, dolomitom in flišem v tej skici so povzete po manuskripni geološki karti v merilu 1 : 100.000, ki jo je izdelal in jo hrani Geološki zavod Slovenije v Ljubljani.

naraste. Zato odteka takrat del vode proti zahodu na flišno površje ob Pivki (Rakulk!), del pa proti severozahodu na notranjska kraška polja, ki so očitno navezana na stik med apnencem in dolomitom (gl. skico!). Zaradi razlik med piezometri v kredni gmoti in višino obrobnih polj, kjer vzdržuje vodni pretok na površini tudi debela aluvialna naplavina, pritekajo iz apnenca na zgornjem Loškem polju stalni vodotoči. Usmerjenost Obrha pred Golobino na spodnjem Loškem polju pa nam že sama po sebi pove, da se voda zateka s polja v kredno gmoto. V jugovzhodni kot Cerkniškega polja vode z zahoda nekako do Tresenca le pritekajo, ne pa tudi odtekajo v Javornike. V srednjem delu polja, nekako do Ušive lokve, vode iz apneniškega zaledja včasih pritekajo, včasih pa tja odtekajo, kar pač odvisi od nivoja pretakanja. To je osnova estavel. V končnem delu Cerkniškega polja, od Nart do Zelš, vode s polja spet samo odtekajo v kredno gmoto. V kotlini Rakovega Škocjana je jugovzhodna stran do Kotličev samo pritočna, zahodna samo odtočna stran.

Vse imenovane kraške depresije so torej na hidrološki meji. Kotlinice so tam, kjer obstaja samo odtok ali samo pritok, ožje in dolinasto razvejane, vmes pa so bolj široke. Piezometri vodnih kanalov v javorniški kredni grudi se po teh znakih sodeč mestoma v skokih (v drčah) znižujejo proti severozahodu, to je proti Malnom. Kako so te drče, ki bržkone povzročajo poplave na obrobnem dolomitu in s tem nastajanje kraških depresij vobče, geološko osnovane, bo moglo dognati šele hidrogeološko kartiranje.

Z barvanjem ugotovljeno odtekanje voda s Cerkniškega polja naravnost v Bistro še ne pomeni, da to sedaj ruši dolomitno pregrajo na severni strani. Dolomit je pač premalo kompakten, da bi mogli v njem biti tolikšni kanali, da bi lahko odvajali tudi srednje in visoke vode. Za pretočitev takih voda imajo kredni apnenci, v katerih se lahko ohranijo kanali do 10 in več metrov širine (prim. Planinsko in Postojnsko jamo ter Karlovico!), stalno prednost. Geomorfološka analiza (I. Gams, 1965) je pokazala, da se je premestil odtok s Cerkniškega polja postopoma proti jugu površinsko preko Unškega polja v podzemeljski zelški tok in nato preko Rakovega Škocjana ter delno v kanale južno od njega naravnost v Malne. To govori za domnevo, da prihajajo nižji piezometri v kredi do veljave v vedno večji gravitaciji voda z obrobnega dolomita.

Drobna opažanja in meritve, navedene v tej razpravi, je mogoče obrazložiti z naslednjimi hidromehanizmi v geološko-morfoloških enotah obravnavanega ozemlja. Osnova zanje so skoraj dvajsetletna jamarska opazovanja in meritve hidrokemizma, ki so privedle do prepričanja, da je pri tolmačenju kraškega podzemlja treba ločiti dve temeljni vrsti voda, ponornice in pa tiste vode, ki prenikajo skozi rušo kot dežnica. Ker pritekajo z neprepustnih kamenin in zaradi raznih vrst pospešene korozije (I. Gams, 1962, 1963, 1964), so ponornice korozijsko mnogo bolj aktivne, in ker prenašajo razno gradivo (pesek, prod), tudi erozijsko sposobne. Naše najdaljše jame so ob ponornicah

(I. Gams, 1959). Ker so stalno zamrznjena tla v glacialnih dobah obdržala mnogo več padavinske vode pri površinskem pretakanju in ker sta bila takrat mehanično krušenje pobočij in akumulacija v kraških poljih večja (A. Melik, 1959), so bile ponornice v pleistocenu še bolj sposobne korozijsko in erozijsko prilagojevati podzemeljske kanale hidromehanskim zakonitostim. Zato so take jame enakomerno razsežne, prilagojene so vodnemu pretoku, prečni profil je gravitacijski in podolžni strmec izravnan. Le-ta nastaja zato, ker zasipa rečni nanos, zlasti prod, pomešan z ilovico, navpične skalne razpoke in zapolnjuje pregloboke tolmune. S ponorniškimi jamami se aluvialno dno kraških polj v ozkih pasovih nadaljuje v podzemlje. Po obeh lahko teče voda po lastni nasutini nad piezometri v apneniški masi odnosno nad trajno zalito gmoto.

Povsem drugačno je podzemlje, ki ga izdela prenikla voda ali iz nje nastali curki. Agresivnost takih voda zastaja že v prvih metrih pod rušo na površju (I. Gams, 1963); zato niso sposobne, da bi votline ob razpokah in lezikah bistveno razširile, odpravile ožine in izravnale strmce. Dostopne jame so kratke in v bistvu le razširjene razpoke. *Sistem pretakanja v takem podzemlju imenujem geostrukturni hidrološki kraški sistem.* Voda se v takem podzemlju pretaka po številnih drobnih kanalih, ki so polni ožin in segajo več deset ali celo sto metrov pod piezometre. Osnovna hidrološka značilnost takega krasa je veliko kolebanje piezometrov, počasen pretok, počasno naraščanje in upadanje vodnih odtokov, ki znaša tudi ob zelo nizkih vodah 2—3 l/sek/km² (F. Jenko, 1959). Z zniževanjem piezometrov se zmanjšuje število iztokov in končno ostanejo aktivni le najnižji. Zaradi številnih ožin se piezometri ob visokih vodah hitreje (in bolj neenakomerno) dvigajo v zaledje kot pri ponornicah, pri nizkih vodah pa počasneje kot v ponorniških jamah, kjer teče voda ali po lastnem produ ali pa jo — v večjih jamah — zajezujejo skalni podori.

V neenakih piezometrih omenjenih dveh tipov kraškega pretakanja, ki nastopajo ob raznem stanju vode, je osnova hidroloških in morfoloških značilnosti obravnavanega ozemlja.

Geostrukturni kraški hidrološki sistem je razvit v kredni javorniški grudi med obrobnimi kraškimi depresijami, sistem *ponornic* pa na obrobnih apnencih te grude ob flišu Pivške kotline in ob notranjskem dolomitnem pasu vzdolž predjamskega preloma. S fliša in dolomita pritekajo na obrobni apnenec potoki, ki s transportnim materialom dušijo vertikalni pretok in tako zmanjšujejo prevodnost apnencev, da tečejo višje vode po svoji naplavini v vodoravne ponorniške jame. Ker se piezometri zaradi zajezitve kredne grude, ki jo povzroča severni dolomitni pas, ne morejo spustiti do vododržne osnove, kolebajo le v nivoju z aluvialno odejo prekritega dna obrobnih kraških depresij in je prav to tudi pospešilo rast teh kraških kotanj zaradi pospešene korozije. Ko se piezometri v osrednji apneniški grudi dvignejo nad dna kotanj, voda ne odteka samo longitudinalno proti Malenščici, ki je »erozijska baza« javorniških voda, ampak razteka deloma tudi bočno.

Tako zalije na zgornji Pivki, kjer zadržuje podrinjeni fliš vododržno osnovo negloboko pod površjem, kotanji Palškega in Petelinjskega jezera ter številne druge manjše kotanje. Rakulk in drugi vodotoči pričnо dovajati znatne vode Pivki. Na severnem boku prične pritekati voda skozi številne izvire na Loško in Cerkniško polje ter v Rakov Škocjan in prehaja skupno s površinskimi potoki z neprepustnih sedimentov v ponornice, čim je prehodila pot po aluviju do kraja kraške depresije. Ob nizki vodi, ko postane strmec površinskih vodnih tokov in v ponorniških jamah večji kot pri piezometrih geostrukturnega hidrološkega sistema, se prično prelivati obrobne vode v apnenec. Loški Obrh prehaja ob nizki vodi ves v geostrukturni način pretoka, ki je silno počasen. Zato se je 28. septembra 1961 v Golobini obarvana voda pojavila v Gornjem jezeru na kraju bližnjega Cerkniškega polja šele po dveh ponovnih dvigih piezometrov 8. in 18. oktobra 1961 (F. Bidovec, 1965). Na Cerkniškem polju posredujejo takrat zvezo med vodami na aluvialni ravnini in geostrukturnimi podzemeljskimi pretoki zlasti Češljenica, Retje, Rešeta in Vodonos, v katerih se je aluvialna odeja udrla do skalne osnove. V Veliki Karlovici posredujejo zvezo med obema nivojema neznani kanali, ki so v zvezi z južnim končnim krakom jame, v Zelških jamah pa 28 m globoko brezno na koncu jame. Po severnem končnem kraku Velike Karlovice dosega Rakov Škocjan edina trajna ponornica — Cerkniščica. V nižje horizonte prehaja voda tudi na južnem koncu vršaja Cerkniščice med Nartami in Malo Karlovico. Naše sledenje tem vodam s trosi in barvilom je ugotovilo podoben pojav kot omenjeno barvanje Loškega Obrha: v Kotličih se je obarvana voda pojavila šele, ko so nalivi dvignili piezometre do nivoja dna v Rakovem Škocjanu. Ob zelo nizki vodi namreč Kotliči odmakajo le še bližnje apneniško zaledje. Tak značaj ima Prunkovec ob še nekoliko višji vodi, kakršna je bila ob barvanju Velike Karlovice 20. aprila 1964. Nizka Cerkniščica vztraja na aluviju nižje terase vse do bližine Velikega naravnega mosta, ko končno pade v navpične požiralnike ob desnem bregu. Ob srednji vodi se Rak razteka iz glavne struge v levo, kamor teče voda ob apneniškem pobočju v obratni smeri kot prej, to je proti vzhodu, ter se izgublja, ko zapušča aluvij, v skalne ponore. Pretakanje voda pod nivojem Rakovega Škocjana se verjetno odraža tudi v ugrezih. Od 13. maja 1965 je viden manjši ugrez na okoli 5 m visoki ilovnati terasi severno od Raka približno na pol pota med Velikim naravnim mostom in Dolgimi lazi.

Speleogenetsko raziskovanje (I. Gams, 1965) je ugotovilo splošno dvoetažnost ponorniških jam v višinski razliki 10—20 m. V višji etaži je voda pritekala na Planinsko polje tudi pri Hasbergu, kjer pa zdaj izvira Škratovka samo še ob visoki vodi. Iz ponorniške jame nižje etaže so udori na njenem koncu v Malnih odmaknili ponornico Rak v Rakov rokav Planinske jame. Ker se je nizka voda šele v mlajši geološki dobi pričela pretakati ponovno proti Malnom, je ostala žila, ki ob nizki vodi ponika na koncu Rakovega rokava, v večji višini kot tisti tok, ki teče nekoliko bolj vzhodno naravnost v izvire Malenščice.

Predstavi o omenjenem geostrukturnem kraškem hidrografskem sistemu in o ponornicah v teoretski kraški hidrologiji nista novi. Sistem, kot je zastopan v javorniški kredni grudi, je podoben naziranju o zajezenem krasu, ki ga poudarja zlasti novejša srbska geomorfološka literatura, spominja pa zlasti tudi na hipotezo O. Lehmanna (1932). Sistem pretakanja v ločenih ponornicah pa sta utemeljila zlasti dva najvidnejša zagovornika »teorije jamskih rek« F. Katzer (1912) in H. Bock (1913), ko sta nasprotovala A. Grundovi (1903) teoriji o talni in kraški vodi. V slovenski literaturi je pojem in pomen ponornic utemeljil F. Jenko (1959), ki deli kraške vode na kraške podtalnice, ponornice in globinske tokove (globinske vodne žile). Po starejši literaturi se oba načina izključujeta in zagovorniki ene zavračajo drugo možnost, razen morebiti W. Knebla (1906), ki je trdil, da pritegujejo izvirni potoki pri poseganju v zaledje vedno več kanalov talne vode in se spremene v jamske reke. V novejši literaturi je razvoj od drobnih kanalov do velikih vodnih jam utemeljeval A. Cavaillè (1964). Oba sistema bi bila po teh naziranjih dve razvojni fazi istega načina. V nasprotju z navedenim pa sta v tej razpravi opisana sistema pretakanja kraške vode produkta dveh geoloških in geomorfoloških kompleksov, ne pa dve razvojni fazi. Voda, ki se pretaka v geostrukturnem kraškem sistemu, je že v vrhnjih metrih pod rušo izgubila preoblikovalno sposobnost in zato ohranjajo njeni kanali trajni mladostni stadij.

Oba sistema nastopata ločeno ali kombinirano. Na nizkem krasu z neprepustnimi vložki, zlasti pa v oaznih apnencih sredi neprepustnega terena, je sistem ponornic najbolj izrazit. V visokogorskih čistih apneniških čokih, kjer se voda le razteka, pa prevladuje drugi sistem. Dokazala so ga zlasti novejša barvanja v Severnoapneniških Alpah (V. Maurin-J. Zötl, 1959), tu zlasti v gorovju Totes Gebirge (J. Zötl, 1961), kjer se voda razteka v več smeri, kar je dalo nove trditve o polni veljavnosti Grundovega sistema povezanih podzemeljskih kanalov (J. Zötl, 1958). Pri nas je pričakovati tak sistem v Julijskih Alpah in tudi v Trnovskem gozdu, kjer odteka voda longitudinalno večidel v Mrzlek, bočno pa še v Lijak (podobno kot vode z Javornikov v Malenščico in na Pivko ter na notranjska polja). Seveda pa narekujejo stopnjo medsebojne povezanosti kanalov in značilnosti vsega sistema ter povezovanje s ponornicami lokalni činitelji, ki krajevno dopuščajo obstoj kraških podtalnic v F. Jenkovem (1959, 73) smislu. To so pravzaprav v vodoravne ali navpične kanale ujete in od drugih vodotočev ločene vode. Do povezane vodne gladine v talni vodi pa more priti le v izredno zdrobljenem apnencu ali dolomitu, ki je podoben peskom ali prodom. Podoba kraškega pretoka, ki ga je O. Lehmann (1932) primerjal z drevesasto posodo z mnogimi vejami in enim deblom-iztokom, J. Zötl (1958, 128) pa s prstanom grmičevja z zraščenim vejevjem, je zato od kraja do kraja različna in drugačna.

Summary

ON THE HYDROLOGY OF THE TERRITORY AMONG THE POLJES OF POSTOJNA, PLANINA, AND CERKNICA

This, 14 km long and 6 km wide, territory is part of the so-called depression of Notranjsko. This belt of lowland among the mountains divides just here in two legs, one running in the direction of Cerknica polje, the other in the direction of Postojna polje. Geologically it belongs in its main part to the Snežnik—Javornik rock-mass of cretaceous limestones. The limestones are pure and so karst hydrography dominates here completely. On the edges streams from the northern dolomite belt and from the western area of Eozene flyshes along the Pivka river flow in on it.

This territory is in the karst literature best known by the cave Postojnska jama (15,3 km). Yet, there are also some other water caves, as Planinska jama (5 km), Velika and Mala Karlovica (3,5 and 1,3 km respectively) on the outflow side of Cerknica polje, and the caves Zelške jame (2,7 km) and Tkalca jama (0,5 km) in the unique karstic basin Rakov Škocjan. Together with the larger nearby caves on the inflow side of Cerknica polje (Križna jama), on the outflow side of Planina polje (Logarček and Najdena jama) and on the outflow side of Postojna polje (Predjama) the length of only these larger water caves totals 46 km on a mutual maximum distance of 27 km. In spite of the fact that all these caves had been investigated long ago — in the frame of the research theme only the details of the plans of Velika and Mala Karlovica were taken for the first time — and that the hydrological research is rather old — the text concerns the results of Perko (1908), Šerko (1946), Mühlhofer (1933), Michler (1952—53, 1955), Čadež (1955—56), Michler-Hribar (1955—56), Jenko (1959) — and although numerous water dyeings had been carried out (see table I), many a problem has remained unsolved. The Institute for Karst Research of the Slovene Academy of Sciences and Arts left many problems open and disputable when investigating the tributaires of the subterranean river Pivka in the caves Postojnske jame* (Michler-Hribar, 1959). These problems we tried to solve by measuring hydrochemism and temperature, and analysing the river bed. In our expeditions we found only one permanent brook, that in the Perko channel, in which at low water seepage water flows in, but at high water also the river Pivka. At low water level in the brooks of Kraigherjeva dvorana (Kraigher hall) and Magdalena abyss seepage water is flowing; at high water, however, water from Pivka river which through caving-in higher up the river has found its way into side channels, flows back in the main bed through them. In "Stare jame" of the Postojna cave streamlets of water percolating through the ceiling appear after persisting rains, tending mostly towards the lowest point at the foot of Velika gora (Kalvarija). Measurings of water in the clay shafts there, the lowest point of which is 498,2 m, taken

* Plural name "Postojnske jame" is used here for the caves grouped by some writers under the name "the Postojna caves system". Our term does not include the Pivka channel of Planinska jama.

at high floods on 3rd Jan. 1964 and 4th Sept. 1965, showed connection with the Pivka river, the water of which flows in by channels unknown.

A better understanding of subterranean water connections between Cerknica polje and Planina polje has been achieved especially by hydrochemical and temperature measurings at various water levels. These were based on the fact that the tributaries from the northern dolomite territory have a magnesium hardness up to 7° N, and a total hardness up to 15° N, which is much higher than of the tributaries from limestone areas (see table II). Even though at low water only the water of the Cerknica brook flows in the cave Velika Karlovica from the western, outflow side of Cerknica polje, the Rak channel, whose connection with Velika Karlovica has been established by water dyeing, carries at the outlet of the cave Zelške jame sometimes water chemically more resembling lake water than water of the Cerknica brook.

During our researchwork we put, in the period from 6th to 12th Aug. 1964, 3,2 kg of violet dyed Lycopodium clavatum in the permanent brooklet in the middle of the cave Mala Karlovica, and 3,12 kg of red dyed spores in the sink-hole Svinjska jama of the Cerknica brook. 400 kg of table salt (NaCl) were also put in this sink-hole. The detection was carried out in the springs of Rakov Škocjan by means of plankton nets made of artificial and natural silk and by determination of chlorides. Contrary to our expectations, based on the high sommer temperature of Kotliči, we had in the first two days no success. Not till the rise of the water level, caused by heavy storms on 8th and 9th August, did the spores bearing and chloral water appear in Kotliči. The fact, that before the rains less water was flowing in the Rak channel at Škocjan than the Cerknica had had before disappearing in the sink-hole, is and additional proof that part of its waters flow beneath Rakov Škocjan or beside it. Our results were similar to the results obtained at the dyeing of Loški Obrh on Loško polje on 28th Sept. 1961, when the dyed water appeared in the 2,5 km distant spring near Gorje jezero only after two downpours on 8th and 18th Oct. 1961. In between the springs did not function (Bidovec, 1965).

Special attention was given to the open problems outlined by earlier investigations in the Rak channel of Planinska jama (Michler, 1955). Here it has been assumed that, after the first measurements had been taken, a new, up to then unknown channel became the main channel (Savnik, 1960). In the water flow originating at the end of the channel and immediately sinking in the final siphon, our expeditions on 23th Aug. 1963 and on 14th Feb. 1964 at very low water level measured a little more than ½ m^3/sec of discharge, having a low magnesium hardness and a constant temperature of about 8,2° C. Similar values had been found when this flow, springing in Malenščica, had been dyed (Čadež, 1955—56). On 29th Sept. 1964 it was found that at mean waterlevel two water flows were flowing into the cavern Kapniška dvorana, one having a temperature of 11° the other of 9,4° C. The latter belongs to the so-called "water-flows from Javorniki". The warmer flow, which became warm during its surface run along Loško and Cerknica polje, pushes away the water-flows from Javorniki already at mean water level and

together they flow off through the Rak channel. As equal Javorniki waters at low water level partially flow past the channel straight in the spring of Malenščica, at least three water-flows from Javorniki are known up to now (one was found in the Rudolf channel — Jenko, 1959). The author, therefore, prefers the term "the waters from Javorniki", which are clearly connected with one another, yet in a different way at various water levels. At high flood on 26th Oct. 1964 the waters of Javorniki pushed the waters of Cerknica away from the springs in Rakov Škocjan between the hotel and Kotliči.

The unusual dispersal of low water between Drugo jezero (The Second Lake) and Vodni rov (The Water Channel) in the Rak channel of Planinska jama at the beginning and at the end of the channel (Michler, 1955) has been explained by the discovery of a large, but by rubble and clay to the ceiling chocked up channel, from under which in special situations dripping water flows in the main channel.

Our measurings in Škratovka which sometimes at high water level of the lake of Cerknica suddenly rises to a discharge of 7 m^3/sec, have shown, how the changes in the drainage area influence the hydrochemical composition of water. Sometimes the water of Škratovka is the same as the water of the lake of Cerknica but different from that of Rak. By bore-holes on Cerknica polje rock-channels have been found down to the depth of 95 m (Breznik, 1962), and geomorphological research established traces of inflows in Unec uvala from the limestones along the Predjama fault (Gams, 1965). It can, therefore, be assumed that the water from the alluvial sinkholes on the bottom of Cerknica polje, which has been proved to flow into Bistra, glides along the dolomite to the west and turns at low water level, before reaching Planina polje, to the north; at high water level, however, part of it flows in on Planina polje through the spring Škratovka.

A similar system of at various water situations differently connected channels has been established by hydrochemical and temperature measurings of the springs of Ljubljanica river at Vrhnika and Bistra, taken at low, mean and high water level and based on the fact that chemically different waters from the western section (Hotedršica), middle section (Planina) and eastern section (Cerknica) appear in them (see table III). It has been found that the channels in the cretaceous and jurassic limestones behind the springs are connected to one another in such a way that at various situation these waters flow in a different number of springs and mix differently, because the channels, though connected, retain their individuality.

The geological structure of the broader territory is characterized by an outflow paleographically directed to the north, i. e. in the directions of Ljubljanica river; but just in that directions the cretaceous rock-mass of Javornik is in the depth dammed in the north and northeast by a dolomite belt, and in the west by the flysh in the Pivka basin (see sketch). The discharge capacities of the channels in dolomite are much smaller than in the cretaceous limestones, the flow-off of the waters after heavy precipitations is, therefore, mostly on the surface towards the adjoining limestones. The lowest channels in the limestones are so low-lying that at low water level the whole water

flows directly in the springs with the lowest altitude, i. e. in Malenščica. For reasons not yet quite explained the water cannot flow off to the lower lying Notranjska Reka-flysh underlying the cretaceous layers at Zgornja Pivka is partly responsible for it — therefore the whole outflow from Javorniki and partly from Snežnik converges in the direction of Planina polje. On it there is at an altitude of 444—448 m the lowest surface flow over the before mentioned dolomite barrier. The altitude of the polje is at the same time the lowest erosion base. The cretaceous rock-mass of Javorniki is deeply hollowed out, yet not enough to allow at high water levels the whole water flow off beneath the level of Pivka river and Cerknica polje. At high water levels, therefore, part of the water flows to the west on the flysh surface area along the Pivka river (Rakulk), and to the northeast on the karstic poljes of Notranjsko, which have evidently some connection with the limestone-dolomite contact area (see sketch). Out of the limestone permanent streams flow on the upper part of Loško polje. The direction of the flow of Obrh before Golobina on the lower part of Loško polje suggests by itself that the water from this polje flows off into the cretaceous mass. In the southeastern corner of Cerknica polje the waters in the west, nearly up to Tresenc, mostly flow in and do not flow off into Javorniki. In the middle part of the polje, up to Ušiva loka, the waters from the limestone area sometimes flow in and sometimes flow off into it, which depends on the difference in the water piezometric levels. That is the base of estavellas (gushing springs). In the end part of Cerknica polje, from Narte to Zelše, the waters from the polje flow only off into the cretaceous mass. In the basin of Rakov Škocjan the southeastern side, up to Kotliči, is only the inflow side, the western side only the outflow side.

All the Karst depressions mentioned are therefore on the hydrological borderline. Where either inflow or outflow only exists the depressions are narrow and valley-like branched out, in between they are wider. Judging by these symptoms the pressure levels of the water channels in the cretaceous rock-mass of Javorniki drop in slides, sometimes by leaps and bounds, in the northwest direction, i. e. towards Malni. The flowing-off of water from Cerknica polje directly into Bistra, established by water dyeings, does not imply that the present development aims at destroying the dolomite barrier on the northern side. The dolomite, namely, is not solid enough to permit the existence of channels capable of drawing off the mean and high waters, too. In draining such waters the cretaceous limestones with their lasting, up to 10 and more meter wide channels (cp. the caves Planinska jama, Postojnska jama and Karlovica) have a firm advantage. Geomorphologic analysis (Gams, 1965) pointed out the changing of place of the water outflow from Cerknica polje: beginning as a surface flow along Unško polje it becomes the subsurface flow of Zelše and passes later on through Rakov Škocjan where south of it the lower-most waters flow off directly in Malni. This speaks for the assumption that the lower pressure levels in the calcareous rocks bring their influence to bear in the growing gravitation of waters from the adjoining dolomite.

The explanation of the whole hydromechanism is based on twenty years of speleologic observations and measurements of hydrochemism. Both have led to the belief that in interpreting the karst underworld we have sharply to distinguish between two basical kinds of water, the sinking streams and the precipitation waters percolating through the soil. Flowing in from impermeable rocks, and on account of other sorts of accelerated corrosion (Gams, 1962, 1963 b, 1965), the sinking streams are much more corrosive and, being able to transport material (sand, gravel), they are also erosive. Our longest caves lie along the sinking streams (Gams, 1959). Because in glacial epochs the permanently frozen ground kept the precipitation water mostly running on the surface, and owing to a greater crumbling of slopes and accumulation in karst poljes (Melik, 1959), the sinking streams in Pleistocene were better able to adapt, by corrosion as well, as by erosion, the underground channels to the hydromechanical laws. Such caves, therefore, distinguish themselves by uniform broadness adjusted to the water flow, by gravitation cross-profile and by a well-balanced longitudinal gradient. The latter is a result of river transport, especially gravel mixed with clay, that chokes up the vertical fissures and fills in the too-deep pools. In the sinking stream caves the peculiarities of the alluvial bottom of karst poljes continue in narrow belts into the underground. In both cases the water can run its own depositions above the pressure levels in the limestone mass, i. e. over the permanently water-logged mass.

The underground caverns formed by dripping water or its trickles are quite different. Aggressivness of such waters stops usually in the first meters under the soil (Gams, 1963 b), and these waters are, therefore, incapable to enlarge the water-conveying caverns substantially along the fissures, remove the narrows, and level the gradients. All the caves accessible are short and, in reality, enlarged fissures only. The kind of water flow in such an underworld I call the geostructural hydrologic carst system. In this underworld the water flows in numerous small channels, full of narrows, and reaching tens or even hundreds of meters under the pressure levels. The basic hydrological characteristics of such a karst are: great variation of pressure levels, slow flow, slow falling of run-off which even at very low water retains 2—3 l/sek/km^2 (Jenko, 1959). With the lowering of pressure levels the number of outlets becomes smaller and eventually only the lower-most ones remain active. On account of numerous narrows the pressure levels at high water rise higher (and more disproportionately) than it is the case in subterranean sinking streams.

The inequality of pressure levels of the two types of karst flow, that occur at various water levels, is the base of hydrological and morphological characteristics of the territory discussed.

Geostructural karstic hydrological system exists in the cretaceous rock-mass of Javorniki, the system of sinking streams occurs in the curb-limestones of this rock-mass along the flysh of Pivka basin and the dolomite belt of Notranjsko along the Predjama fault. As the pressure levels, owing to the damming of the cretaceous rock-mass by the northern dolomite belt, cannot drop to the impervious basement, their variation remains on the level of the

alluvium covered bottom of the adjacent karst depressions, and this very variation brought, by accelerated corrosion, these karst basins into being. When the pressure levels in the central limestone rock-mass rise above the level of the bottom of the adjacent basins, the water flows off not only longitudinally towards Malenščica, the "erosion base" of the Javorniki waterflows, but a part of it spills also over to the sides. Then it fills the basins of the upper Pivka (Palško, Petelinjsko jezero and numerous smaller lakes). Rakulk and other springs begin to feed the Pivka river with considerable quantities of water. From numerous springs on the northern side water starts flowing in on Loško and Cerknica polje and Rakov Škocjan. On the outflow side of these poljes, together with the surface brooks from the impervious sediments, it goes over into sinking streams. At low water, when the gradient of the surface streams and in the sinking river caves becomes stronger than the pressure flow of the geostructural hydrologic system, the spilling-over of the curb-water into Javorniki limestone begins. The whole Loški Obrh, at low water, goes over to the geostructural kind of flow which is very slow. This was the reason why the water, dyed in Golobina on 28th Sept. 1961 appeared in Gornje jezero only after two repeated risings of the pressure levels on 8th and 18th Oct. 1961 (Bidovec, 1965). When the water level sinks — in some places not only then but permanently — a difference arises between the height of the water above the alluvium cover and the lower water-logged cretaceous mass. Then on Cerknica polje the connection between the two waters is maintained especially by Češljenica, Retje, Rešeta and Vodonos, in which the alluvium cover has collapsed to the rocky basement. In Velika Karlovica the connections between the two levels is maintained by channels unknown, in Zelške jame by a 28 m deep abyss at the end of the cavern. The water falls to lower water horizons also on the southern end of the fan of Cerkniščica brook between Narte and Mala Karlovica. When following these waters by means of spores and dye-stuff, we detected a phenomenon similar to that when we had dyed Loški Obrh: at low water level the water appeared in Kotliči only after the downpours had raised the pressure level to the level of Rakov Škocjan. Namely, at very low water level, Kotliči drain only the nearby limestone area. Such a character has Prunkovec at even a little higher water level than that which existed when Velika Karlovica was dyed on 20th Apr. 1964. At low water level the flow Cerkniščica — Rak keeps running on alluvium near to Veliki naravni most, where it eventually falls into vertical swallow-holes on its right bank. At mean water level, before reaching Veliki most, Rak spills from the main bed to the left, where its water flows along the limestone slope in a direction opposite to that of Rak, i. e. eastwards, and disappears on the edge of alluvium. The flowing of water beneath the level of Rakov Škocjan reflects itself in sinkings-in of alluvium. On 13th May 1965 a fresh sinking-in (in the form of a new dolina) was to be seen in a 5 m high clay terrace to the south of Rak, about half way between Veliki naravni most and Dolgi lazi.

By speleogenetic research (Gams, 1965) it has been established that generally two floors, with a height difference of 10—20 m, exist in sinking stream caves. Water has been steadily flowing in to Planinsko polje on the

springs of Škratovka function only at high water now. In Pleistocene caving-in in Malni moved the sinking stream Rak off to the Rak channel of Planinska jama; only in the younger geological period Rak began to return to Malni.

The conceptions of the geostructural karstic hydrographical system as well, as of sinking streams, are not new in the theoretical karst hydrology. Such a system as it is developed in the cretaceous rock-mass of Javorniki resembles the idea of the dammed karst, stressed especially in the recent Serbian geomorphological literature, particularly in the thesis of O. Lehmann (1932). The system of water flow in separated sinking streams has been founded by two of the best known champions of "The theory of cave rivers" Katzer (1912) and Bock (1913) when disputing Grund's theory of ground water and karst water (1903). In Slovene literature the concept and meaning of sinking streams has been founded by Jenko (1959), who classifies the karst waters in karst underground streams, sinking streams and depth flows (depth water arteries). In the older literature the two conceptions exclude one another; advocates of one possibility exclude the other one, the only exception being, may be, Knebel (1906), who asserted that karstic springs when encroaching the hinterland attract more and more ground water channels and become cave rivers. In the recent literature the evolution of channels, from their initial stages to their choking up, has been described by Cavaillè (1964). According to this conception both systems would be two evolution phases of the same kind. Contrary to it, the two, in this paper described systems of karstic drainage are products of two geologic and morphologic complexes, and not of two evolution phases. The water flowing in the geostructural karstic system has lost its remoulding capability already in the first meters beneath the soil, its channels, therefore remain in a permanent stage of infancy. In such a hydrological system the lower caverns in the thick mass are constantly water-flooded, the higher passage zone with temporarily flooded caverns is, owing to the great variation of pressure levels, several tens of meters thick. Speleogenetical processes are, according to Davis (1930), above all freatic processes. Contrary to them, the sinking stream caves originate in the vadose zone, to which all Slovene accessible larger caves belong.

Both systems occur separatelly as well, as combined. On low karst with impervious inlayings, especially in oasitic limestones in the midst of impervious terrain, the system of sinking streams is particularly distinct. In pure limestone blocks of high mountains, where water flows to all sides, the other system prevails. This has been proved by recent water-tracings in Northern Limestone Alps (Maurin-Zötl, 1959) and in Totes Gebirge (Zötl, 1961), where water flows in several directions. It has confirmed the validity of Grund's system of connected underground channels (Zötl, 1958). We can such a system expect in our Julian Alps and, maybe, in Trnovski gozd, where water flows longitudinally mostly in Mrzlek, transversally, however, in Lijak too (in a similar way as the waters of Javorniki in Malenščica and to Pivka polje, but also to the poljes of Notranjsko). The degree of connection of channels to one another, the characteristics of the whole system, and the

connection with the sinking streams depend, of course, on local factors, which permit locally the existence of karstic ground waters in the sense of Jenko (1959, 73). These are, in fact, waters cought in horizontal and vertical channels and separated from the rest of them. A united water level of ground water occurs only in exceptionally shattered limestone or dolomite, bearing likeness to sand or gravel. The picture of karstic drainage, compared by O. Lehmann (1932) to a tree-like receptacle with many branches and one stem — outlet, and by Zötl (1958, 123) to a shrubbery ring with interlaced ramification, therefore differs from place to place.

Translated by Vlado Kostanjevec, Ljubljana

Literatura

Arhiv Inštituta za raziskovanje krasa SAZU, Postojna.
Bidovec F., 1965, The investigations of the Karst underground water systems and hydrology. IV. mednarodni speleološki kongres, Ljubljana. V tisku.
Bock H., 1913, Wasserverhältnisse in verkarsteten Gebieten. Höhlen im Dachstein. Graz.
Briegleb W., 1963, Zur Kenntnis eines Ökotops von *Proteus anguinus* Laur. 1768. Acta carsologica — Poročila, III, Ljubljana.
Cavaillè A., 1964, Observations sur l'évolution des grottes. International Yournal of Speleology, I, 1 + 2.
Čadež N., 1955/56, Barvanje v vzhodnem rokavu Jame pod Gradom pri Planini. Proteus XVIII, 10, Ljubljana.
— 1952, Opazovanje in barvanje Logaščice. Geografski vestnik XXIV, Ljubljana.
Davis W. M., 1930, The Origin of Limestone Caverns. Geol. Soc. of America Bull. 41.
Gams I., 1959, O legi in nastanku najdaljših jam na Slovenskem. Naše jame, 1.
— 1960, Dvatisoča jama. Naše jame, II, 1—2.
— 1962, Nekatere značilnosti Krke in njenih pritokov, Dolenjska zemlja in ljudje. Novo mesto.
— 1963, Logarček. Acta carsologica — Poročila, III, Ljubljana.
— 1963 b, Meritve korozijske intenzitete v Sloveniji in njihov pomen za geomorfologijo. Geografski vestnik XXXIV, 1962.
— 1965, Types of accelerated corrosion. Problems of the Speleological Research. Prague.
— 1965, H kvartarni geomorfogenezi ozemlja med Postojnskim, Planinskim in Cerkniškim poljem. Geografski vestnik XXVII, Ljubljana.
Gospodarič R., 1965, Geologija ozemlja med Postojno, Planino in Cerknico. Inštitut za raziskovanje krasa SAZU v Postojni. Tipkopis.
Grund A., 1903, Die Karsthydrographie. Studien aus Westbosnien. A. Pencks Geogr. Abh. 7 (3), Wien.
Jenko F., 1959, Poročilo o novejših raziskavah podzemeljskih voda na slovenskem krasu. Acta carsologica — Poročila, II, Ljubljana.
— 1959, Hidrogeologija in vodno gospodarstvo krasa. Ljubljana.
Kessler H., 1959, Lineare Messwehre für Quellschüttung. Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse. Graz.
Lehmann O., 1932, Die Hydrographie des Karstes. Leipzig-Wien.
Maurin V., J. Zötl, 1959, Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse. Steirische Beiträge zur Hydrologie, Jg. 1959, Graz.

Melik A., 1928, Pliocensko porečje Ljubljanice. Geografski vestnik IV, Ljubljana.
— 1952, Kraška polja Slovenije v pleistocenu. Dela Inštituta za geografijo SAZU, Ljubljana.
Michler I., 1952/53, Magdalensko brezno. Proteus XV, 9, Ljubljana.
— 1955, Rakov rokav Planinske jame. Acta carsologica — Poročila, I, Ljubljana.
Michler I.-F. Hribar, 1955/56, Hidrografija Črne jame. Proteus XVIII, 1, Ljubljana.
— 1959, Prispevek k poznavanju podzemeljske Pivke. Acta carsologica — Poročila, II, Ljubljana.
Mühlhofer F., 1933, Ein Beitrag zur Erforschung des Rakbacharmes der Höhle von Planina im unterirdischen Flussgebiet der Poik. Mitt. f. Höhlen- u. Karstforschung, 3, Berlin.
Perko A., 1908, Der Magdalenenschacht bei Adelsberg. Laibacher Zeitung, Nr. 30, 40. Ljubljana.
Savnik R., 1960, Hidrografsko zaledje Planinskega polja. Geografski vestnik XXXII, Ljubljana.
Schmidl A., 1854, Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas. Wien.
Šerko A., 1946, Barvanje ponikalnic v Sloveniji. Geografski vestnik XVIII, Ljubljana.
— 1948/49, Kotlina Škocjan pri Rakeku. Geografski vestnik XX—XXI, Ljubljana.
Zötl J., 1958, Beitrag zu den Problemen der Karsthydrologie mit besonderer Berücksichtigung der Frage des Erosionsniveaus. Mitt. d. Geogr. Ges. I/II. Wien.
— 1961, Die Hydrographie des nordostalpinen Karstes. Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, Jg. 1960/61, H. 2. Graz.

PLEISTOCENSKI SEDIMENTI IN PALEOLITSKA NAJDIŠČA V POSTOJNSKI JAMI

(Z 22 slikami)

PLEISTOZÄNE SEDIMENTE UND PALÄOLITHISCHE FUNDSTELLEN IN DER POSTOJNSKA JAMA

(Mit 22 Abbildungen)

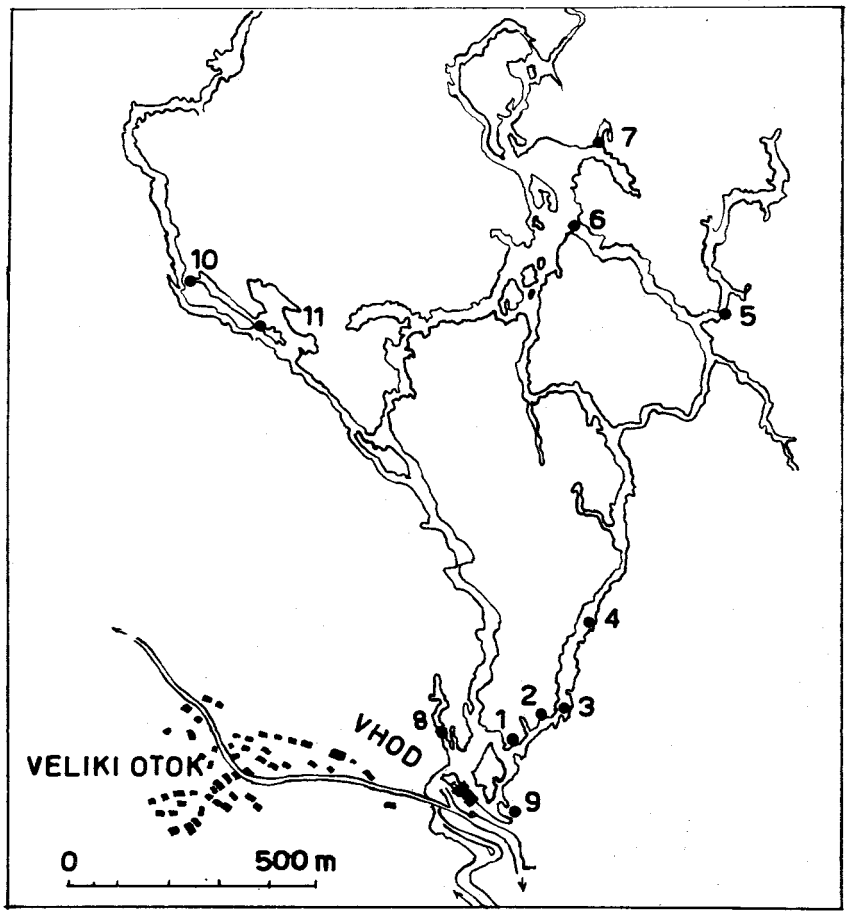
SREČKO BRODAR

Iz Postojnske jame in njej pripadajočega jamskega sistema je že v starejši literaturi omenjenih več vrst pleistocenske favne. Ob prirejanju turističnih poti so posebno pogosto in na raznih mestih jame naleteli na kostne ostanke jamskega medveda, le bolj poredko jamskega leva, jamske hijene, volka, pragoveda, raznovrstnih jelenov in morda celo mamuta (S. Brodar, 1951 b, 248—254). Zelo pomembni so tudi ostanki povodnega konja (I. Rakovec, 1954, 297—317). Toda o sedimentih, iz katerih paleontološke najdbe izvirajo, ni skoraj nobenih podatkov ali pa so samo zelo splošni. O stratigrafiji jamskih sedimentov ne najdemo nikjer pomembnejših zapiskov.

Preučevanje jamske sedimentacije se je začelo pri nas šele z izkopavanji v paleolitskih jamskih najdiščih. Po odkritju številnih paleolitskih horizontov v bližnjem Betalovem spodmolu (S. Brodar, 1956, 737—742) se je zdelo že glede na paleontološke najdbe izključeno, da se ledenodobni človek ne bi bil kdaj naselil tudi v mnogo večji, ugodno ležeči Postojnski jami. Že prva raziskovanja so res ugotovila nekaj sledov njegovega bivanja (S. Brodar, 1951 b), istočasno pa je bila odkrita paleolitska postaja v Otoški jami (S. Brodar, 1951 a), ki je le del postojnskega jamskega sistema. Vse te ugotovitve so zahtevale nadaljnja raziskovanja v Postojnski jami. S sredstvi Slovenske akademije znanosti in umetnosti v Ljubljani smo sondirali od 16. julija do 8. avgusta 1951 na več mestih, od vhodnega dela jame pa do 2 km daleč v notranjost. To priložnost smo izrabili tudi za preučevanje nekaterih razgaljenih profilov in raznih jamskih pojavov. Na mestu sonde pri Slonovi glavi smo tedaj ugotovili prvo paleolitsko postojanko v Postojnski jami in o njej kratko poročali (Letopis SAZU 4, 1952, 175 in 176), medtem ko so s sondami pridobljeni stratigrafski podatki drugih mest ostali vse doslej neizrabljeni. Mnogo let kasneje, šele v začetku leta 1964, smo ugotovili še drugo paleolitsko postojanko v Postojnski jami. Za drugi tir jamske železnice je bil v načrtu predor, ki naj bi skozi kredne sklade obšel rov, v katerem je Biospeleološka postaja. Toda brž ko so ga začeli graditi, so se namesto žive skale presenetljivo pojavili sedimenti večjega, doslej neznanega, a očitno z rovom Biospeleološke postaje vezanega jamskega rova, v njih pa izrazit kulturni horizont s kamenimi artefakti in ostanki pleistocenske favne ter lesnega oglja. Čeprav so plasti nad predorom in pod njim ostale neodkopane, smo vendar še vsaj delno dobili nov vpogled v jamsko sedimentacijo.

Časovno in kulturno vrednotenje samo zadnjih paleolitskih najdb na mestu predora bi bilo zelo nepopolno, če se ne bi naslonili tudi na že pred leti odkrito paleolitsko najdišče pri Slonovi glavi. Za vsestran-

sko osvetlitev obeh najdišč pa je nujno, da pritegnemo še stratigrafske in druge podatke, ki jih je mogoče črpati iz vseh sondiranj in opažanj na različnih drugih mestih jame. Zato izpolnimo že pred več leti dano obljubo (S. Brodar, 1952, 51), ko obravnavamo v naslednjih poglavjih najprej sonde in opažanja iz leta 1951, ki jim nato priključimo še prikaz leta 1964 odkritega paleolitskega najdišča (glej sl. 1). Razen na sestavo, vsebino in genezo posameznih sedimentov obračamo v vseh



Sl. 1. Sondažna mesta v Postojnski jami. — Abb. 1. Sondierungsstellen im Höhlensystem der Postojnska jama.

1 Slonova glava — Elefantenkopf; *2* Okovana palica — Stock im Eisen; *3* Gotska dvorana — Gotischer Saal; *4* Rov za Plesno dvorano — Gang hinter dem Tanzsaal; *5* Pisani rov — Bunter Gang; *6* Končna postaja jamske železnice — Endstation der Höhleneisenbahn; *7* Za Veliko goro (Kalvarijo) — Hinter dem Grossen Berg (Kalvarienberg); *8* Imenska jama — Namenhöhle; *9* Predor za Biospeleološko postajo — Tunell hinter der Biospeläologischen Station; *10, 11* Otoška jama — Otoker Höhle; *1, 9, 10, 11* paleolitska najdišča — paläolithische Fundstellen.

primerih vso pozornost tudi njihovi vsaj približni časovni interpretaciji. Upati je, da bo vse to v precejšnji meri pomagalo osvetliti ne samo razvoj pleistocenske sedimentacije v Postojnski jami, temveč tudi vzporedna prazgodovinska dogajanja. Prepričani pa smo tudi, da bo izkušnje in ugotovitve mogoče s pridom uporabiti pri preučevanju sedimentov še v drugih kraških jamah. In končno bomo ob spoznanju, da pleistocenske živali in ledenodobni lovci niso mogli prodreti v Postojnsko jamo skozi danes vidne in uporabljene vhode, poskusili zadovoljivo rešiti vprašanje, kje je bil v pleistocenu glavni vhod v jamo, ki je sedaj že zasut.

Pred podrobnejšo obravnavo posameznih sondažnih mest in njihove stratigrafije so potrebna še pojasnila o posebnem postopku, ki naj bi omogočil določena spoznanja vseh tistih sedimentov, v katerih se pojavlja večji ali manjši (včasih tudi zelo neznaten) delež tako imenovane jamske ilovice. Po vseh pravilih izvedena navadna sejalna in izpiralna analiza številnih vzorcev bi bila po eni strani silno zamudna in zato predraga, po drugi strani pa bi pri vsej natančnosti ne nudila vpogleda v flišno komponento ilovic, ki je posebno značilna za sedimente Postojnske jame, a tudi mnogih drugih kraških jam. Odločili smo se zato za krajši in cenejši poenostavljeni postopek, ki pa vendar dovolj zanesljivo razčleni in označuje bodisi čisto ilovico bodisi samo ilovnati del z gruščem ali kako drugače pomešanega sedimenta. Iz vzorca vsakega sedimenta izločimo po potrebi vse makroskopsko opazne delce apnenčevega grušča in odkruškov sig ter raziskujemo potem samo ilovnati preostanek sedimenta, v katerem ostane razen gline še zmerom nekaj drobirja apnenca in sig ter raznih konkrecij, večinoma pa tudi več ali manj flišnega peska. Primerno količino odtehtamo in polijemo s solno kislino, da tako raztopimo vse karbonate. Ostanek prefiltriramo z dodajanjem večje količine vode in ga, ko je presušen, stehtamo. Glede na razliko v teži izračunamo odstotek kalcijevih karbonatov, saj drugi dejansko komaj prihajajo v poštev. Nato kuhamo vzorec v vodi, ki smo ji dodali nekaj kalijevega luga, ter z dekantiranjem izločimo glino, to je v glavnem zrna, ki so manjša od 0,05 mm. Tako ostane samo še flišni pesek, katerega množina je za medsebojno primerjavo ilovic v sedimentih še prav posebnega pomena. Posušenega stehtamo in izračunamo njegov delež v odstotkih. Izračun odstotkov glinastih delcev (bodisi flišne bodisi rdeče, največkrat pa druga z drugo pomešane gline) je potem enostaven. Peščeni del presejemo nato skozi sita. Namenu zadostujejo navadno le tri frakcije, prva z zrni do 1 mm, druga do 0,4 mm in zadnja z zrni do 0,05 mm. Da omogočimo primerjavo, jih izrazimo v odstotkih. Morebitne železomanganske konkrecije med flišnim peskom je seveda treba upoštevati še posebej, večinoma pa so se razpustile že prej.

Pri analizi sedimentov v sondah iz leta 1951 smo se omejili samo na njihovo ilovnato komponento, za analizo sedimentov iz predora za Biospeleološko postajo pa upoštevamo vzorce plasti v celoti. Glede na težo vsega vzorca ugotovimo v odstotkih s sejanjem izločeni gruščnati

del (frakcije > 10, 10—5, 5—4, 4—3 mm), od ilovnatega dela pa odstotke kalcijevih karbonatov, flišnega peska in glinenih delcev. Toda za primerjavo z vzorci na drugih mestih jame izračunamo tudi odstotke sestavin samo ilovnate komponente. Ugotovimo jih z istim postopkom, kakor smo ga opisali zgoraj.

Sonda pri Slonovi glavi

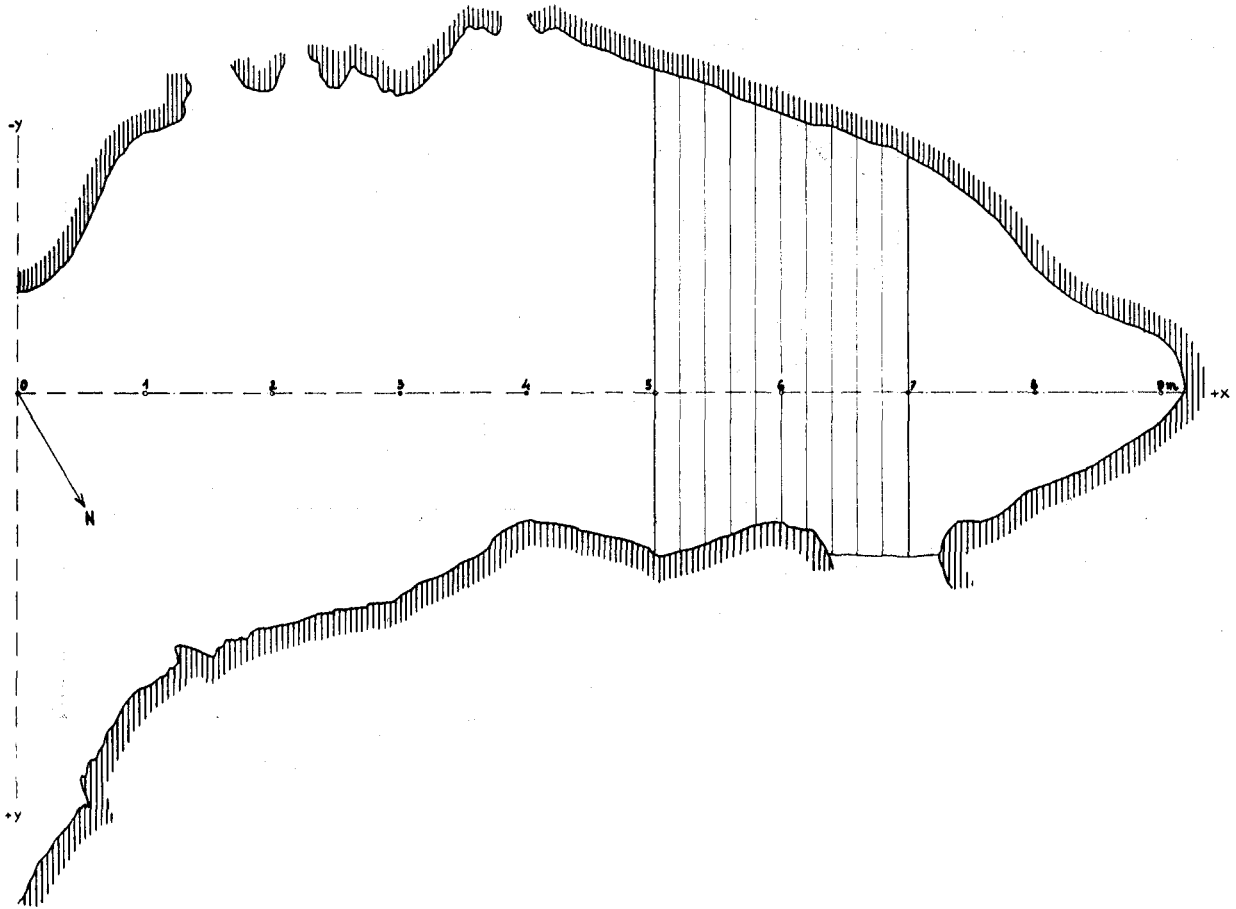
Približno 265 m od današnjega glavnega vhoda v Postojnsko jamo, še okrog 30 m naprej od vhoda v rov Biospeleološke postaje, leži v tako imenovani Novi, iz geološkega vidika dejansko stari jami, na jamskih tleh levo od tira jamske železnice kapnik, ki ga jamski vodniki imenujejo Slonova glava (glej sl. 1, št. 1). Za njim se od glavnega rova jame odcepi v severozahodni smeri stranski rov, ki se po okroglo 16 metrih konča. V tem rovu, ki je razumljivo v popolni temi, smo sondirali julija meseca leta 1951. Od Arheološkega inštituta SAN v Beogradu je nekaj dni prisostvoval izkopavanju prof. dr. Branko Gavela. V končnem odseku rova so bili opazni sledovi nekdanjega plitvega izkopa. Po izpovedi starih jamskih vodnikov je kopal tu pred zadnjo vojno že F. Anelli.

Rov je v glavnem 3—4 m širok in v končnem delu okoli 2 m visok. Njegove stranske stene so samo v zadnjem delu močno zalite s sigo, sicer je živa apnenčeva skala povsod razgaljena. Precej izravnana tla padajo polagoma in se do kraja rova znižajo za 1 m. Osnovno mersko točko za izkop sonde smo zakoličili nekaj nad 9 m od skrajnega konca rova (glej sl. 2 in 3), v tamkajšnjem nivoju tal, to je v nadmorski višini 529 m. Iz nje izhajajoča podolžna os x je odklonjena za 58° 40′ od severa proti zahodu. Krije se v glavnem s smerjo rova, ne poteka pa točno po njegovi sredini, temveč je primaknjena bliže desni jamski steni. Sondirali smo le med 5. in 7. metrom od izhodiščne točke, v celoti samo nekaj nad 7 m². Izkop je šel mestoma skoraj 3 m, povsod pa nad 2 m globoko. Globlje izkopavanje je ustavilo trdo stalagmitno dno. Ker se je sonda v globino zmerom bolj ožila, stranske stene rova globlje od 1 m niso bile nikjer dosežene.

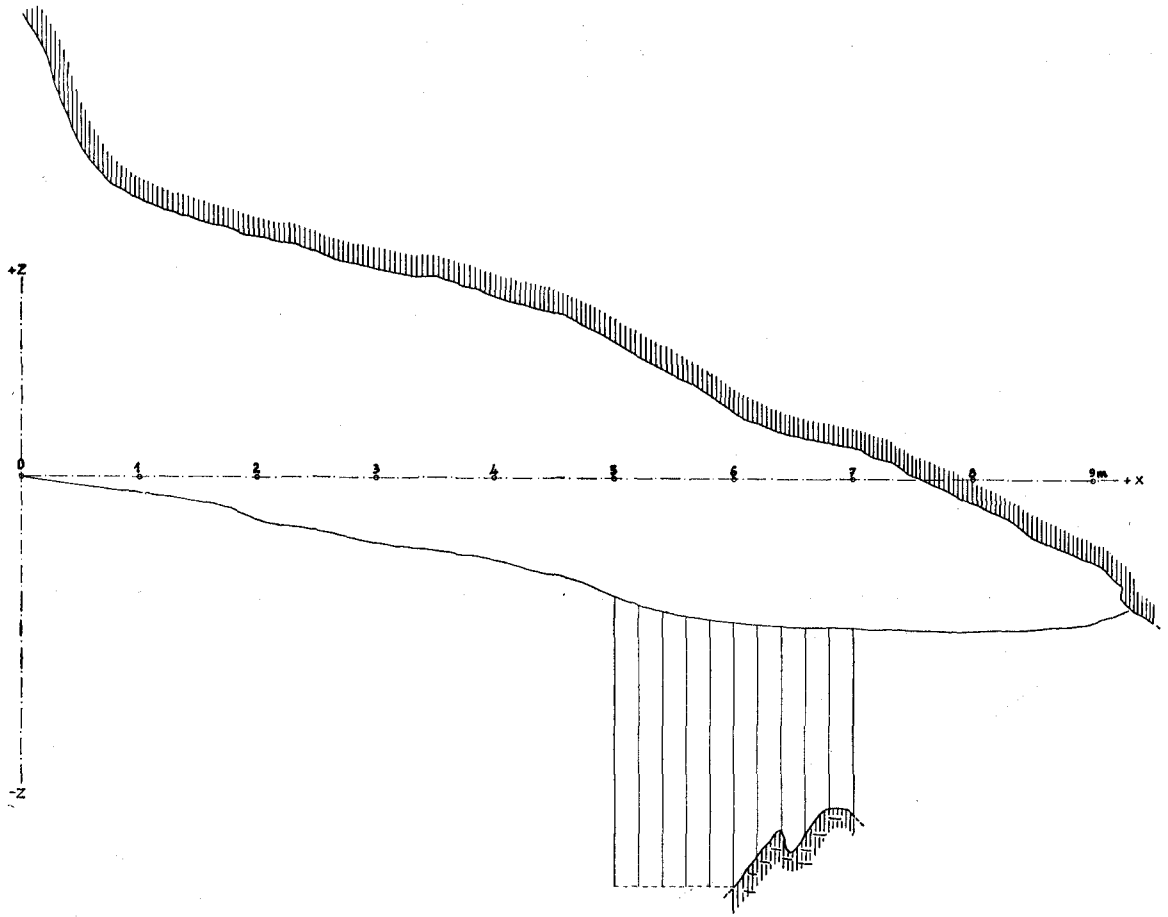
O sedimentih, ki zapolnjujejo rov, pokaže pregledno sliko prečni profil pri 5. metru (glej sl. 4), vendar je pripomniti, da prav v tem profilu stalagmitnega dna nismo dosegli in je le-to zato v grafičnem prikazu samo projicirano v profil, kakor je bilo zadeto pri 6. metru. Od zgoraj navzdol zaznamujemo naslednje plasti:

1 — Srednje debel in ostro robat grušč, ki se je bolj ali manj trdno sprijel s sigo, ko je bil že v celoti odložen. Siga je ob levi steni rova polzela še globlje in tik ob njej brečasto zlepila tudi še pod gruščem ležečo plast. Grušč je skoraj povsem odstranil že izkop F. Anellija, ohranila sta se samo neznatna ostanka ob obeh stenah rova.

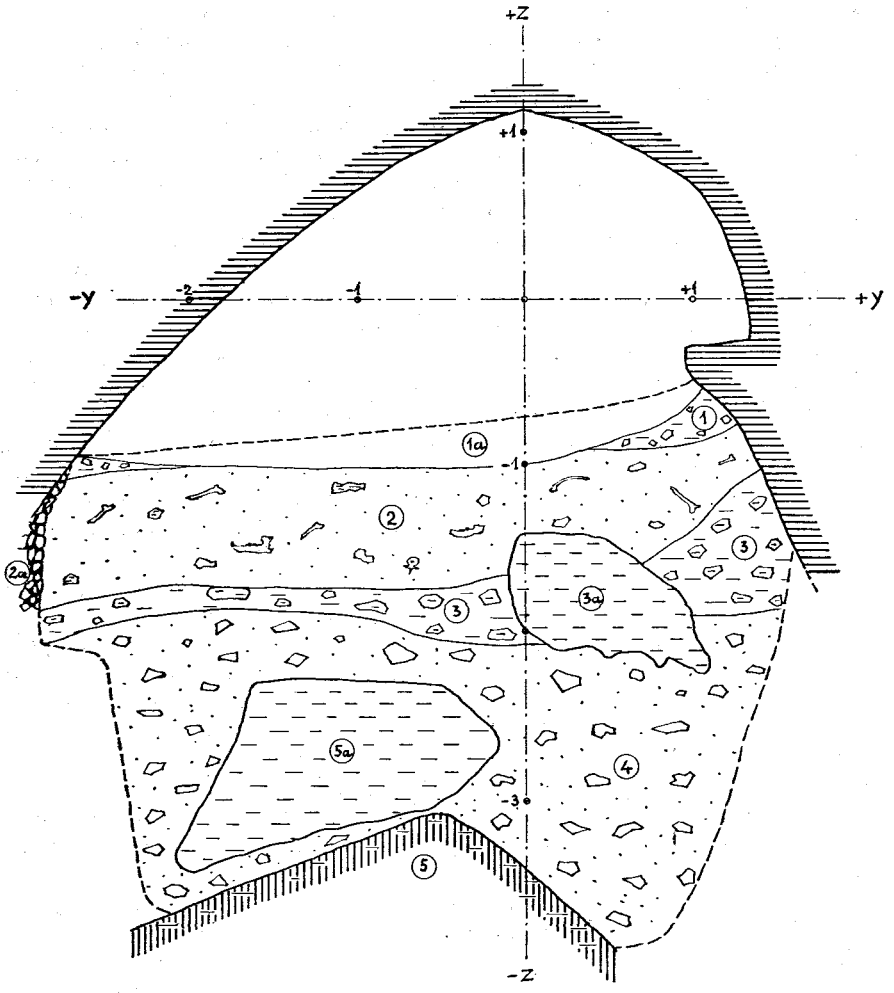
2 — Rdeča ali vsaj rdečkasta pusta ilovica, nekoliko pomešana z gruščem apnenca in odkruški sige, s premeri 3—5 cm. Kosi grušča so v splošnem zelo močno korodirani, ne manjka pa vmes posameznih



Sl. 2. Talni načrt rova pri kapniku Slonova glava. Z vrisano sondo. — Abb. 2. Grundriß des Höhlenganges beim Tropfstein Slonova glava (Elefantenkopf). Mit eingezeichneter Sonde.



Sl. 3. Podolžni prerez rova pri kapniku Slonova glava. Z vrisanim prerezom sonde. — Abb. 3. Längsschnitt des Höhlenganges beim Tropfstein Slonova glava (Elefantenkopf). Mit eingezeichnetem Längsschnitt der Sonde.



Sl. 4. Profil 5 v rovu pri kapniku Slonova glava. Pojasnila v besedilu. — Abb. 4. Profil 5, im Höhlengang beim Tropfstein Slonova glava (Elefantenkopf). Erklärung im Text.

popolnoma ostrih robov. Pri dnu plasti se vsaj ponekod pojavlja temnejša proga. V ilovici, iz katere smo izločili vse makroskopsko vidne odkruške apnenca in sig, ugotovimo še zmerom 50 % drobcev kalcijevih karbonatov, 8 % peščenih flišnih delcev in 42 % glinenih delcev. Peščena flišna komponenta, v kateri prevladujejo totalno zaobljena kremenjakova zrnca, je sestavljena iz 15 % zrn velikosti 4—1 mm, 20 % velikosti 1—0,4 mm in 65 % zrn velikosti 0,4—0,05 mm. Na precejšnjo množino razbitih kosti in izolirane zobe jamskih medvedov (*Ursus*

spelaeus Rosenm.) zadenemo že v zgornji meji, so pa raztresene tudi po vsej plasti in se pri dnu spet nekoliko bolj pomnože. V zgornjem delu plasti, samo 5—6 cm pod njeno površino, zaznamujemo najdbo kremenastega odbitka (št. 1, x = 5,20 m, y = — 1,25 m, z = — 1,10 m). Iz spodnjega dela plasti, že blizu njenega dna, pa izvirajo štiri najdbe. Poleg manjših kostnih fragmentov sta ležala drug blizu drugega dva sileksa (št. 2, x = 5,80 m, y = 0,18 m, z = — 1,60 m in št. 3, x = 5,70 m, y = — 0,40 m, z = — 1,61 m). V istem nivoju najdemo poleg medvedjega kanina z obtolčeno konico še manjši prodnik iz razmeroma dobrega sileksa (št. 4, x = 5,10 m, y = 0,00 m, z = — 1,65 m) in nukleoidni sileks (št. 5, x = 6,37 m, y = 1,23 m, z = — 1,76 m), ki izkazuje razločne negative več odbitkov. Le-ta je ležal ob desni steni jamskega rova, za kupom kostnih ostankov jamskih medvedov, v katerem ugotovimo brez posebnega reda fragmentirano mandibulo, nekaj izoliranih nepoškodovanih in en zdrobljeni kanin, dvoje vretenc, dvoje različno velikih lopatic in tibijo. Omembe vreden je nadalje še ostro koničast, 13 cm dolg fragment večje cevaste kosti, pravzaprav samo do 2 cm debele kompakte (št. 8, x = 6,38 m, y = — 2,40 m, z = — 1,65 m). Podoba je, da je sorazmerno kratka konica umetno zaostrena, značilna je pa tudi velika ročnost fragmenta. Koščeni bodež je po vsej površini in tudi na robovih svetlo gladek. Vsestransko, tudi na konici, so ga obglodali glodalci, vendar so tudi sledovi glodačev že izglajeni.

3 — Sipka plast od jamskega stropa odpadlih večjih in manjših kosov sige, ki jih veže fina mokasta siga. Grude sig so v splošnem ob desni steni rova večje. Tu se je celo še v naslednjo plast zarila nad 1 m široka in do 75 cm debela sigova skorja (3 a), ki se je prav tako odluščila od stropa.

4 — Grušč, ki je precej izdatno pomešan z ilovico. Odkruški apnenca in vmes tudi sig v splošnem ne presegajo velikosti 3—5 cm, samo posamezni kosi so tudi večji. Njihovi robovi so sicer ostri, toda zelo močno korodirani.

V zgornjem delu plasti, tik pod mokasto sigo z odkruški skorjaste sige, je ilovica nekaj centimetrov globoko izrazito rdečkaste barve, postaja pa v nadaljnjih 25 centimetrih temnejša, ker vsebuje zmerom več flišne primesi. V vzorcu te ilovice, iz katere smo odstranili ves grušč, ugotovimo 18 % kalcijevih karbonatov (apnenca in sige), 49 % peščenih flišnih zrn in 33 % gline. Sama peščena flišna komponenta pa vsebuje 45 % zaobljenih flišnih, zlasti še kremenjakovih zrn velikosti 9—1 mm, 29 % velikosti 1—0,4 mm in 26 % zrn velikosti 0,4 do 0,05 mm. Kostnih ostankov jamskih medvedov (*Ursus spelaeus* Rosenm.) sicer ni mnogo, so pa raztreseni povsod. Iz družbe več fragmentov, vmes medvedjega femurja brez epifiz, izvirajo odbitek kremena (št. 6, x = 5,37 m, y = — 0,70 m, z = — 1,97 m), manjši kremenjakov prodnik in košček ostrorobega kremenca. V istih okoliščinah je nadalje omeniti še gomolj iz kremenovine (št. 7, x = 5,50 m, y = —1,05 m, z = — 2,00 m). Najdba dveh kremencev v njegovi bližini, neznatnega prodnika in manjšega ostro robatega odkruška, je spet značilna.

Bolj temna ilovica srednjega in spodnjega dela gruščnato ilovnate plasti je že na pogled izrazito flišnega značaja. V njej zasledimo zaobljene ploščice in zrna fliša, ki zadobe posamezno celo velikost fižola, prav znatna pa je tudi primes flišnega peska. V ilovici ugotovimo, ko smo odstranili vse večje kose, 19 % raztopnih kalcijevih karbonatov, 60 % peščenih flišnih zrn in 21 % gline. V flišnem pesku pa je 43 % zrn velikosti 9—1 mm, 23 % velikosti 1—0,4 mm in 34 % zrn velikosti 0,4—0,05 mm. Glede na tako zrnatost je vsekakor presenetljiva najdba 3 večjih flišnih splak, odkritih na kupu ob levi steni rova. Največja med njimi je bila dolga 20 cm in debela skoraj 3 cm. Kostnih drobcev, očitno jamskih medvedov, je tu prav malo in gre res samo za drobir, a še tega je čim globlje tem manj.

Dno plasti v 5. profilu ni bilo doseženo, pač pa v njegovi neposredni bližini.

5 — Na dnu izkopa zavzema skoraj vso širino sonde bržkone izredno debela, po površini žlebičasta in grebenasta sigova tvorba, za katero ni jasno, ali gre za stalagmitno skorjo ali za sigovo skorjo ogromnega obsega, ki je padla z jamskega stropa. Vsekakor leži nad njo še nad 1 m^3 velika gmota sige (*5 a*), o kateri ni nobenega dvoma, da se je odluščila od stropa.

Ugotovitve v odkopanih plasteh dopuščajo nekatere poglede in sklepe tako o poteku sedimentacije kakor tudi glede življenja, ki se je ta čas dogajalo v jamski notranjosti.

Kje je pod razsežno sigo (*5*) živo skalno dno rova in ali so morda vmes še drugi starejši sedimenti, žal, ni znano. Brez dvoma pa je debela siga, s katero se srečamo na dnu izkopa, nastajala v zelo dolgo trajajoči precej humidni in prav gotovo ne izrazito mrzli fazi, v kateri je prišlo po vsej Postojnski jami, kakor kažejo opazovanja na mnogih mestih, do izredno močnega zasiganja jamskega stropa, sten in tal. Če imamo sigo za stalagmitno tvorbo, je nastajala kot produkt te faze na jamskih tleh, če pa gre samo za ogromne gmote, ki so se odtrgale od stropa, kar ne bi bilo povsem izključeno, je podor lahko celo dosti kasnejši. Zaradi preobremenjenosti jamskega stropa s sigovo oblogo in njene že dokajšnje preperelosti bi zadostoval za podor že hipen potresni sunek, po drugi strani pa bi ga lahko sprožila tudi zmrzal, ki se je pa tako daleč v notranjosti jame mogla uveljaviti samo v poledenitveni fazi.

Zadnja domneva je morda še toliko bolj na mestu, ker sledi gmotam sige neposredno sediment z izrazito krioklastično komponento, naplavljena flišna ilovica, pomešana z razmeroma drobnim apnenčevim gruščem (*4*). Ali je ves ta grušč v primarnem ležišču in ali ni vsaj deloma preložen, kajpak iz najbližje jamske soseščine, je odprto vprašanje. Sediment je vsekakor nastajal v obdobju, ko so bile atmosferične padavine izredno izdatne, kar bi zelo ustrezalo anafazi poledenitvenega sunka. Od jamskega stropa je tedaj lilo curkoma. Globeli po vsej jami so se napolnile z vodo, ki se je pretakala in iskala izhoda. Vodni

toki so izpirali in izpodjedali ostanke starih flišnih zasipov, ki jih moremo še danes ugotoviti na mnogih mestih jamskega sistema. Odnašali so s prodcem in peskom in ponekod morda še z apnenčevim gruščem pomešano flišno glino ter vse to odlagali na primernih mestih, tako tudi v rovu pri Slonovi glavi. Izredno jakost vodnega toka bi izpričevale tri v nanosu ugotovljene večje splake, kolikor teh vendarle ne bi prisodili drugim činiteljem. Da jama takrat ali posredno pred tem ni bila povsem mrtva, dokazujejo v sedimentu odkriti kostni drobci jamskih medvedov. Kasneje so se vodni tokovi že umirili in donašali v rov samo finejši flišni material, ki se je mešal z apnenčevimi odkruški. Ko se je jama potem — morebiti za časa sušnega poledenitvenega viška — v glavnem osušila, zaznamujemo že v katafazi prvi zanesljivi pojav ledenodobnega človeka. Izpričujeta ga razen posameznih razbitih kosti jamskih medvedov in nekaj ostrorobih pa tudi zaobljenih kremencev zlasti izrazit odbitek in še neobdelan gomolj iz kremenovine. Najdišče je skromno, toda zelo verjetno je, da je sondiranje zadelo samo obrobje postojanke, ki bi jo mogli domnevati bolj v vhodnem delu rova. Značilno je, da se začne že tik nad najdiščnim horizontom uveljavljati med gruščem rdečkasta ilovnata primes, nakar ji sledi navzgor samo nekaj centimetrov grušča, ki je pomešan z izrazito rdečkasto paravtohtono ilovico. Občutiti je precejšnje omiljenje klime, čeprav se krioklastični grušč še zmerom tvori.

V nadaljnjem je morala sedimentacija na jamskih tleh za daljšo dobo povsem prenehati. Zaradi toplejših klimatskih pogojev se strop v notranjosti jame ni več krušil. Pač pa so morale biti padavine tako znatne, da so se stene in svod spet močno zasigali. Sicer bi bil sledeči krovni sediment (3), ki ga sestavljajo izključno samo večji in manjši kosi sig, vezani z mokasto kašo, popolnoma nemogoč. Ob ponovni zaostritvi klime je zmrzal oddrobila najprej vso v toplejšem presledku nastalo stropno sigovo oblogo, ki je v koscih obležala na tleh. Takrat se je odluščila tudi izredno velika gmota sige, ki jo je pa imeti za preostanek dosti starejše stropne sigove prevleke, bržkone časovno ekvivalentne sigi na dnu sonde.

Ko se je siga v glavnem že odločila od stropa, je zmrzal rušila živo skalo stropa in sten še naprej. Istočasno pa so zmerne padavine povzročile, da je skozi stropne razpoke prenikala rdečkasta, mestoma tudi izrazito rdeča paravtohtona ilovica, ki se je mešala z drobnejšim gruščem. Neznatni delež v njej ugotovljenega flišnega peska ne more presenetiti. Kolikor ne izvira naravnost s površja, ga je prenikajoča voda izpirala iz špranj, ki so bile nekoč v akumulacijski fazi jame zapolnjene z njim. Že pri dnu dosti znatnega sedimenta (2) naletimo na nedvomne dokaze, da se je na tem mestu zadrževal paleolitski človek. To izpričujejo razen precej številnih fragmentiranih kosti jamskih medvedov predvsem najdbe nekaj sileksov, ki sicer ne predstavljajo izdelanih orodij, a jih moramo glede na material in po razločnih znakih imeti za odpad pri izdelavi artefaktov. V tem horizontu odkriti zaostreni fragment kompakte od večje cevaste kosti moremo prav tako

tolmačiti kot primitivno koščeno orodje. Precej kasnejšo ponovno navzočnost ledenodobnega človeka pa potrjuje sileks, ki ga srečamo med kostmi jamskih medvedov že tik pod vrhom te plasti.

V površinskem sedimentu (*1*), ki ga sestavlja debelejši grušč, kosti jamskih medvedov ni več. Tako daleč v jami je zmrzal sedaj v večjih kosih spet rušila stene in strop. To bi kazalo na še ostrejšo klimo ob istočasnem upadu atmosferskih padavin. Grušč je siga brečasto zlepila šele v naslednji topli in zelo vlažni dobi.

Časovno smemo sedimente pri Slonovi glavi do spodnje izkopne meje skoraj v celoti prisoditi zadnji, to je würmski poledenitvi. Če se na dnu sonde ugotovljena gmota sige (*5*) ni tvorila v riškowürmskem interglacialu kot stalagmitna skorja na jamskih tleh, je najkasneje takrat nastajala kot mogočna sigasta obloga na stropu in se potem v začetni fazi prvega würmskega poledenitvenega sunka odtrgala od njega. Na sigi ležeča plast (*4*) odraža ves würm I. Šele kratko pred njegovim koncem se prvič zanesljivo pojavi paleolitski človek. Ker ni zapustil tipičnih artefaktov, njegovo kulturno pripadnost moustérienu lahko po analogiji z drugimi najdišči v Pivški kotlini samo domnevamo. Sediment würmskega interstadiala I/II je na jamskih tleh v glavnem izostal, kolikor ne upoštevamo rdeče ilovice, ki se je vlezla v grušč pri vrhu plasti. Pač pa se je tedaj na stropu zopet izločevala siga, ki zdrobljena v kosce sestavlja naslednjo plast (*3*), pripadajočo začetni fazi würma II. Le-temu je pripisati tudi nadaljnjo plast (*2*), v kateri se v dveh horizontih, pri dnu plasti in tik pod njenim vrhom, pojavijo sledovi navzočnosti paleolitskega človeka. Kulturne pripadnosti tudi tem ostankom ni mogoče odrediti, ker gre samo za netipične odbitke in neizrabljeno kremenovino. Po vzgledu iz sosednjih najdišč bi pričakovali že mlajši paleolitik. Sedimenta, ki bi odražal würmski interstadial II/III, zopet ne zasledimo, čemur se pa ni čuditi, ker je najdišče že globoko v jami. Krovni izrazito krioklastični sediment (*1*), v katerem jamskega medveda ni več, moremo tolmačiti kot produkt izredno mrzlega würmskega sunka III. Siga, ki je grušč zalila in sprijela, je nastala predvsem v atlantski dobi pa tudi še kasneje.

Pregleden povzetek nakazanega razvoja daje naslednja razpredelnica.

Sonda pri Slonovi glavi — Sonde beim Tropfstein Slonova glava

Plast Schichte	Favna Fauna	Kultura Kultur	Doba Zeitalter
1			W III
2	Ursus spelaeus	Mlajši paleolitik (?) Jungpaläolithikum (?)	W II
3			
4	Ursus spelaeus	Moustérien (?)	W I/II W I
5			W I (R—W ?)

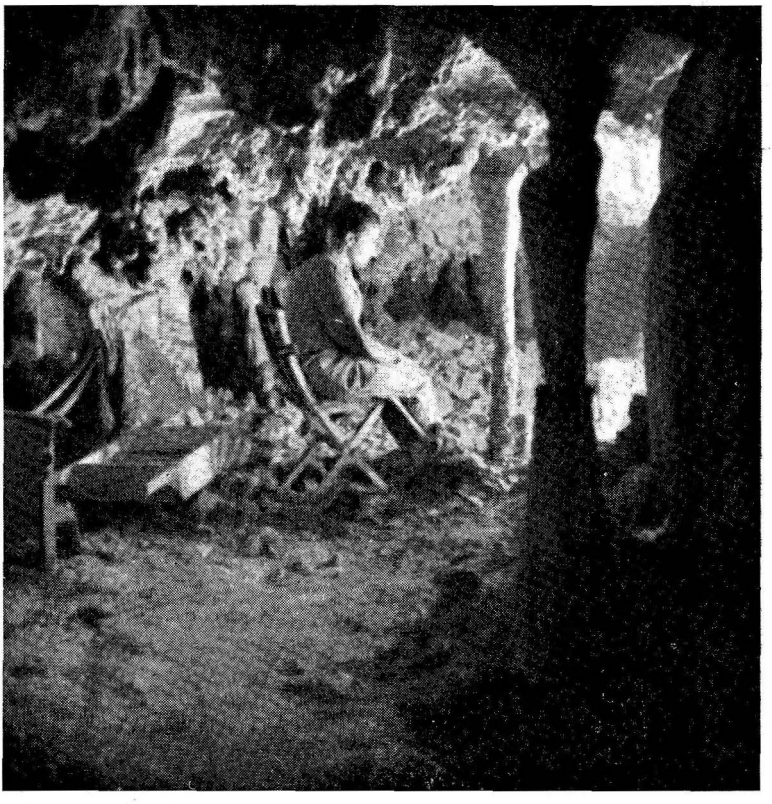
Sondiranje pri Slonovi glavi je dokazalo, da je šteti tudi Postojnsko jamo med paleolitske postaje našega Krasa. Na osnovi raznih sledov smo to domnevo izrazili že pred več leti (S. Brodar, 1951 b). Da je človek za časa würmske poledenitve nekajkrat prodrl tako globoko v jamsko notranjost, niti ne preseneča. Tako smo na primer v Potočki zijalki na Olševi izkopali bogato paleolitsko kulturno ostalino nad 100 metrov daleč od jamskega vhoda (S. Brodar, 1930), v avstrijski štajerski jami Drachenhöhle pri Mixnitzu pa so ugotovili paleolitsko postojanko celo več kot 300 metrov od vhoda (G. Kyrle, 1931). Vendar se je za najdišče pri Slonovi glavi postavilo vprašanje, ali je sploh mogoče, da bi jamski medvedi in za njimi človek preplezali najmanj 17 m visoko prepadno steno v Veliki dvorani nad Pivko, ki jo danes premosti daljši umetno zgrajeni most, in tako prišli v tako imenovano novo jamo ter po njej do Slonove glave. Kako naj bi to zapreko premagali prežvekovalci, kot n. pr. pragovedo in razne vrste jelenov? Pri takih pomislekih je prevladovalo že med sondiranjem prepričanje, da so v pleistocenu vodili v Postojnsko jamo razen današnjih vhodov še drugi, ki so se kasneje zasuli. Po dobrem desetletju je sedaj ta domneva tudi potrjena (glej str. 110—112, 128).

Dodatno je omeniti še novo nahajališče živalskih kostnih ostankov iz odseka med prepadno steno Velike dvorane in najdiščem pri Slonovi glavi, vendar bliže steni. Izkopali so jih med Veliko dvorano in Prižnico v začetku junija 1964. leta delavci, ki so pripravljali teren za drugi tir jamske železnice. Da so se ohranile, gre vsa zahvala tovarišu Zmagu Železu, ki je dela nadzoroval. Med kostmi je največ ostankov jamskih medvedov, večinoma v fragmentih. Pozornost pa vzbujajo posamezne kosti še drugih živalskih vrst. Fragment metakarpalne kosti pripada brez dvoma cervidu, nedoločljive podolžne prelome nekaterih cevastih kosti pa je pripisati bovidu ali vsaj večjemu cervidu. Za radius manjših dimenzij ni mogoče reči drugega, kot da izvira od manjšega sesalca. Kosti so ležale samo 30 cm pod površino jamskih tal, in sicer v rdeči ilovici, nekoliko pomešani s flišno ilovico. Plast je brez dvoma ekvivalentna vrhnjemu delu plasti *4* ali pa plasti 2 pri Slonovi glavi. Glede na paleolitske horizonte v teh plasteh se nehote vsiljuje vprašanje, ali niso razbite kosti več živalskih vrst tudi tukaj, dosti bliže današnjemu glavnemu jamskemu vhodu, vendar že za veliko zapreko prepadne stene, v zvezi s človeško dejavnostjo. Dokaza za to pa vsekakor nimamo.

Sonda pri Okovani palici

Po tako imenovani Novi jami okrog 60 m naprej od Slonove glave, torej približno 325 m od današnjega vhoda v Postojnsko jamo, štrli levo od proge jamske železnice iz tal stalagmit Okovana palica (v starejši literaturi Stock im Eisen). Severovzhodno za njim se skriva med kapniki nizek dostop v manjšo dvoranico ali pravzaprav previs, ki je

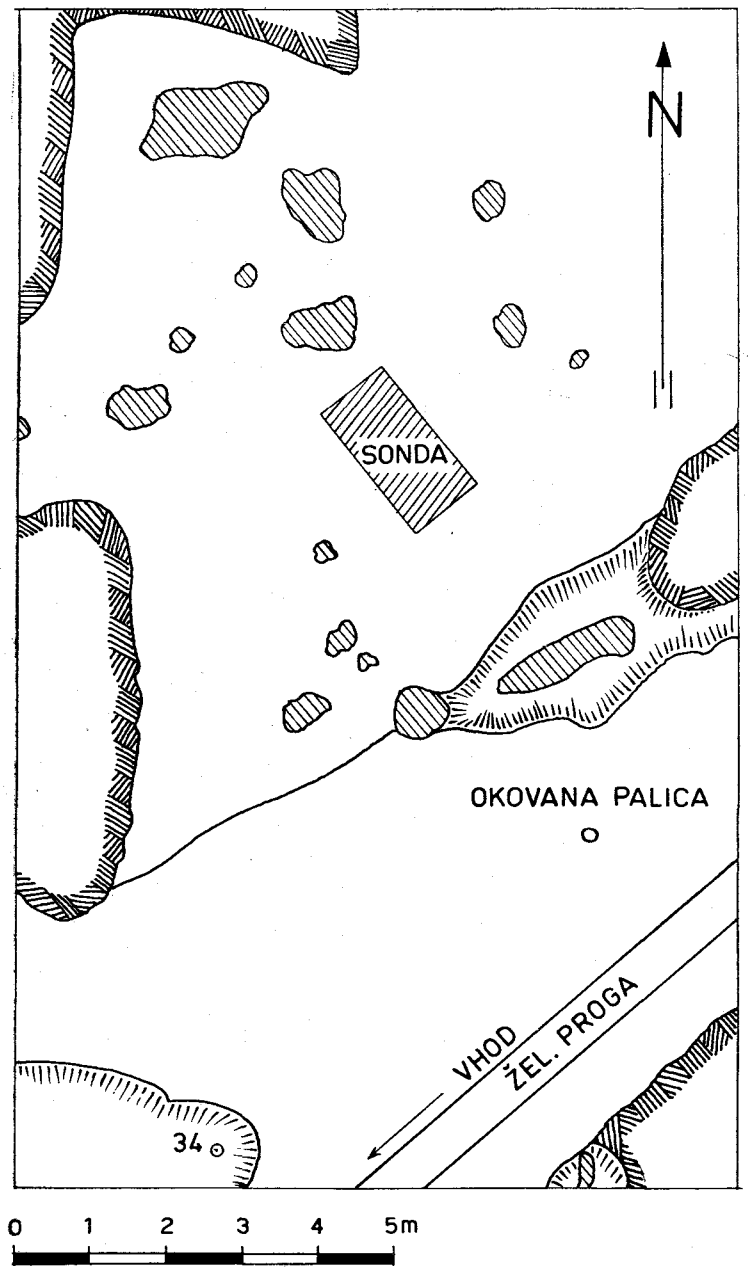
popolnoma zasigan (glej sl. 1, št. 2). Številni stalaktiti so se že združili s stalagmiti. Nekako sredi te dvoranice, v nadmorski višini okrog 350 m, smo med kapniškimi stebri izkopali do globine 2,30 m sondo 1 × 2 m (glej sl. 5 in 6). V profilu (glej sl. 7) se v njej vrste od zgoraj navzdol tele plasti:



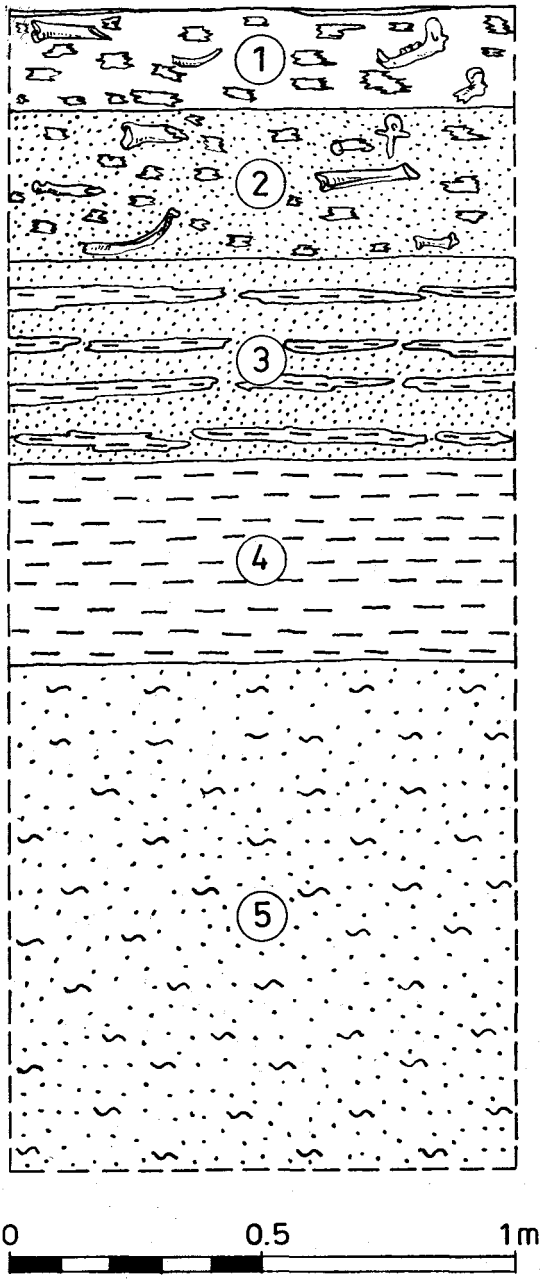
Sl. 5. Mesto sondiranja pri kapniku Okovana palica. — Abb. 5. Sondierungsstelle beim Tropfstein Okovana palica (Stock im Eisen).

1 — Rahlo naložen grušč, ki ga sestavljajo izključno samo večji in manjši odkruški sig, debel 20 cm. Vsebuje posamezne kostne fragmente in izolirane zobe jamskih medvedov (*Ursus spelaeus* Rosenm.) prav do površine, ki je mestoma prekrita s stalagmitno skorjo. Iz nje segajo nekateri stalagmiti do zasiganega stropa.

2 — Grušč iz odkruškov sig, kakor v krovni plasti, toda nekoliko pomešan s suho paravtohtono ilovico rdeče barve, debel 30 cm. V vzorcu ilovice ugotovimo še zmerom kar 78 % drobcev sig, samo 3 % peščenih flišnih delcev in 19 % gline. Pri tem vsebuje neznatna flišna komponenta 9 % zrn velikosti 2—1 mm, 23 % velikosti 1—0,4 mm in 68 % zrn



Sl. 6. Talni načrt jamskega prostora pri kapniku Okovana palica. Z vrisano sondo. — Abb. 6. Grundriß des Höhlenraumes beim Tropfstein Okovana palica (Stock im Eisen). Mit eingezeichneter Sonde.



Sl. 7. Profil plasti pri kapniku Okovana palica. Pojasnila v besedilu. — Abb. 7. Schichtprofil beim Tropfstein Okovana palica (Stock im Eisen). Erklärungen im Text.

velikosti 0,4—0,05 mm. Kostni fragmenti jamskih medvedov (*Ursus spelaeus* Rosenm.) so raztreseni po vsej plasti prav do spodnje meje.

3 — Nestrnjene in že precej prhke ploščnate sigove grude, ki so se na jamskih tleh tvorile postopno druga nad drugo. Presledki med njimi so izpolnjeni s paravtohtono rdečo ilovico, ki glede sestave povsem ustreza ilovici v zgornji plasti *2*. V vzorcu je ugotovljenih 78 % drobcev sig, 4 % peščenih flišnih delcev in 18 % gline, a v njenem peščenem delu 7 % zrn velikosti do 1 mm, 19 % velikosti 1—0,4 mm ter 74 % zrn velikosti 0,4—0,05 mm. Plast je 40 cm debela.

4 — Do 40 cm debela plošča izredno trdne, bele ali tudi rdečkaste sige, ki jo je mogoče prebiti le z velikim naporom. Posamezni od stropa padli kosi sig so raztreseni vmes, v spodnji meji pa so že tudi mnogi flišni delci. Ker se je plast pod ploščo očitno sesedala, so mestoma nastale pod ploščo manjše praznine, v katerih so se izoblikovale lepe kalcitne kopuče.

5 — Temnejša flišna ilovica, ki je do dna izkopa debela 100 cm, a se v globino še nadaljuje. Raztreseno zasledimo v njej tudi odkruške sigovih skorij in celo posamezne odkruške apnenca. S prostimi očmi opazne zaobljene ploščice fliša večinoma ne presegajo velikosti leče. Vzorec ilovice iz zgornjega dela plasti pokaže 12 % kalcijevih karbonatov, 8 % peščenih flišnih zrn in 80 % gline, v peščeni komponenti pa je 19 % zrn velikosti 5—1 mm, 34 % velikosti 1—0,4 mm in 47 % zrn velikosti 0,4—0,05 mm. Bolj peščena je ilovica v spodnjem delu plasti. Tu ugotovimo v vzorcu 13 % kalcijevih karbonatov, 25 % peščenih flišnih delcev in 62 % gline, v peščeni komponenti sami pa 19 % zrn velikosti 6—1 mm, 56 % velikosti 1—0,4 mm in 25 % zrn velikosti 0,4 do 0,05 mm. Od živalskih ostankov je omeniti samo drobce zoba glodača in fragment drobne cevaste kosti, vendar je oboje nedoločljivo. Iz zgornjega dela plasti, brž pod ploščo sige, izvira najdba temno patiniranega in popolnoma preperelega sileksa. Po materialu spominja na preperele zdrobljene silikate, ki jih pogosto srečamo v bazalnih zasipih (n. pr. v Jami brez imena nad staro jamsko delavnico, v Betalovem spodmolu in drugod).

Ako primerjamo sedimente v sondi pri Okovani palici s plastmi pri Slonovi jami, se ob upoštevanju nekih posebnosti pokaže, da je razvoj sedimentacije tu kakor tam v glavnem enak, kar nas zaradi ne prevelike oddaljenosti obeh sond niti ne začudi. Würmska poledenitev se zrcali tudi v plasteh, ki so bile izkopane pri Okovani palici. Ekvivalent tukajšnje bazalne flišne ilovice (*5*) je pri Slonovi glavi flišno ilovnata primes sicer pretežno gruščnatega sedimenta (*4*), ki smo ga prisodili würmu I. Da so odkruški sig in delno tudi apnencev v flišni ilovici pri Okovani palici razmeroma redki, je mogoče pojasniti z večjo oddaljenostjo od jamskega vhoda, ker se zmrzal ni mogla več uveljaviti v tolikšni meri. Finejšo sestavo flišne ilovice pa si moremo tolmačiti s tem, da vodni tokovi, ki so jih povzročale obilne atmosferične padavine, tu niso imeli tolikšne jakosti kakor pri Slonovi glavi. Nadaljnja sedimentacija würmskega interstadiala I/II se je pri

Okovani palici še prav posebno uveljavila. Medtem ko se je takrat pri Slonovi glavi tvorila siga samo na stropu, se je tu sedimentirala debela trda siga (*4*) predvsem na jamskih tleh. Nato pa so se bržkone že ob zmanjšanju padavin in verjetno že v prehodni fazi izmenično sedimentirale ploščate grude sig in paravtohtona rdeča ilovica (*3*). Naslednja iz odkruškov sig sestavljena in s paravtohtono rdečo ilovico pomešana plast (*2*), ki vsebuje mnogo kostnih fragmentov jamskih medvedov, ustreza povsem enaki plasti (*2*) pri Slonovi glavi. Razlika je samo ta, da je würmski sunek II pri Okovani palici drobil samo stropno sigo in da zaradi njene prevelike debeline živega apnenca sploh ni načel. Do tega tudi kasneje ni prišlo, ko je v najbolj mrzli sušni fazi povsem izostalo izpiranje ilovice iz stropnih razpok. Razmeroma šibki krovni sediment (*1*), v katerem še zmerom zadevamo ob kosti in zobe jamskih medvedov, je najbrž odraz würmskega sunka III, v glavnem njegove prve polovice. Na njem so se v atlantiku in še kasneje tako močno razvili stalagmiti, da so mestoma dosegli tudi zasigani jamski strop. Naslednja razpredelnica nudi kratek povzetek povedanega.

Sonda pri Okovani palici — Sonde beim Tropfstein Okovana palica

Plast Schichte	Favna Fauna	Doba Zeitalter
1	Ursus spelaeus	W III ?
2	Ursus spelaeus	W II
3 *4*		W I/II
5	Rodentia, indet.	W I

Opazovanja v Gotski dvorani

Od Okovane palice je naprej v notranjost jame samo 40 do 50 metrov do nad 20 m visoke, nekoč zelo obsežne Gotske dvorane, ki se razprostira desno od jamske železnice (glej sl. 1, št. 3). Izdatno zmanjšal jo je mogočen podor, katerega skalovje sega prav pod strop dvorane. Podorne skale so prekrite z debelimi prevlekami sig, vrzeli med skalami pa izpolnjuje paravtohtona ilovica, ki je v najvišjem delu še prav posebno intenzivno rdeča. Že iz lege ilovice sledi, da je tu kakršnakoli naplavina tekoče vode popolnoma izključena. Kostne ostanke jamskih medvedov (*Ursus spelaeus* Rosenm.) zasledimo tik ob poti na dnu dvorane, in sicer v rdeči ilovici med stalagmiti. Ko so za časa italijanske okupacije razširjali jamske steze, so tu zgradili zidano klop, na kateri so obiskovalcem jame razkazovali izkopane fosilne živalske kosti. Plitvi poskusni izkopi so vidni po vsem strmem pobočju, vendar v višjih legah nikjer ni opaziti niti najmanjših ostankov kosti. Pač pa zadenemo nanje 20 m od zidu naprej pri tleh. Raztresene so pod površinsko sigo v rdeči ilovici, ki vsebuje 22 % drobcev kalcijevih

karbonatov, 7 % peščenih flišnih delcev in 71 % gline. V samem peščenem flišnem delu pa je ugotovljeno 7 % zrn velikosti 4—1 mm, 17 % velikosti 1—0,4 mm in 76 % zrn velikosti 0,4—0,05 mm. Flišni pesek je izpirala skozi stropne razpoke prenikajoča voda. Vrh podora, v n. v. višini 548 m, je R. Gospodarič, asistent Inštituta za raziskovanje krasa SAZU v Postojni, ugotovil manjši rov, ki je ves zapolnjen z naplavljeno flišno ilovico. Brez dvoma gre za ostanek velikega zasipa iz akumulacijske faze, v kateri so se jame bolj ali manj, tudi do stropa, napolnile s flišnim peskom. Sledovi flišnega zasipa so se ohranili tudi v nekaterih stenskih vdolbinah. Iz zgornjih podatkov je razvidno, da sestava rdeče ilovice z medvedjimi kostmi v veliki meri ustreza rdečim ilovicam pri Slonovi glavi in Okovani palici. Brez pridržka jo smemo imeti za njihov ekvivalent, ki se je sedimentiral v času po würmu I do prvih začetkov würma III.

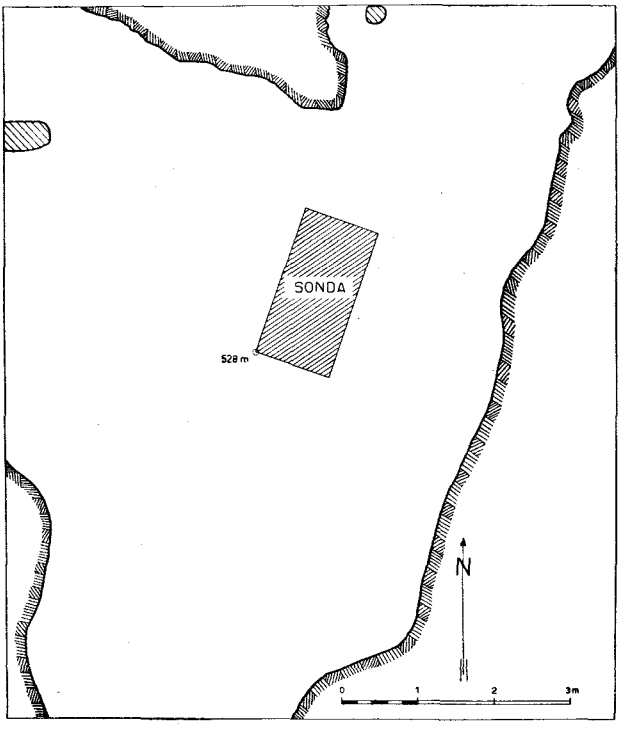
Sonda za Plesno dvorano*

Plesna dvorana je oddaljena okrog 500 m od glavnega vhoda v Postojnsko jamo in leži 90 m pod zemeljskim površjem. Njena površina meri 750 m², strop pa je 12 m visok (A. Šerko-I. Michler, 1951, 52). Tu je ob desni steni, kjer se iz dvorane odcepi manjši stranski rov, H. Freyer izkopal že leta 1819, eno leto po odkritju tako imenovane Nove jame, iz rdeče rjave ilovice, nekako čevelj globoko (okrog 32 cm), več kosti odraslih in mladih jamskih medvedov (*Ursus spelaeus* Rosenm.). Med njimi je našel tudi že večkrat obravnavano (S. Brodar, 1951 b, 250, 260; I. Rakovec, 1951, 131) spodnjo čeljustnico in metatarzalno kost jamskega leva (*Felis spelaea* Goldf.). Poglobljena tla Plesne dvorane je dal zasuti zaradi lažjega prehoda že A. Jeršinovič-Löwengreif. Zato je moral A. Schmidl (1854, 218) kopati že ob jamski steni seženj (okrog 1,90 m) globoko, da je zadel na sigo, ki je pokrivala ilovico s kostmi jamskih medvedov.

Ker bi bilo izkopavanje v Plesni dvorani zaradi znatnega umetnega zasipa le težko izvedljivo, smo se odločili, da sondiramo čim bliže starih kostnih najdb, v stranskem rovu, ki se začne ob desni steni dvorane za električno kabino (glej sl. 1, št. 4). Rov se že po nekaj metrih razširi v manjšo dvoranico, katere stene so zlasti v levem delu izredno močno zasigane. Draperije sig segajo do zasiganih tal (528 m), iz katerih štrle posamezni do pol metra visoki stalagmiti, ki jih z lahkoto izluščimo iz zasigane ilovnate podlage. Pod mlajšimi draperijami pa so tudi še starejše, ki se, že zadelane s sedimenti, spuščajo po steni v globino do starejših zasiganih tal. Ponekod pa je vendarle razgaljena tudi živa apnenčeva skala s kotlicami, medtem ko izpričuje manjši podor, da se tam stena ruši. Na tleh opazimo na več mestih sledove plitvih izkopov. Nekateri utegnejo izvirati še od Schmidlovih iz-

* Ker je bila v njej slavnostna otvoritev IV. mednarodnega speleološkega kongresa (1965), se imenuje sedaj Kongresna dvorana.

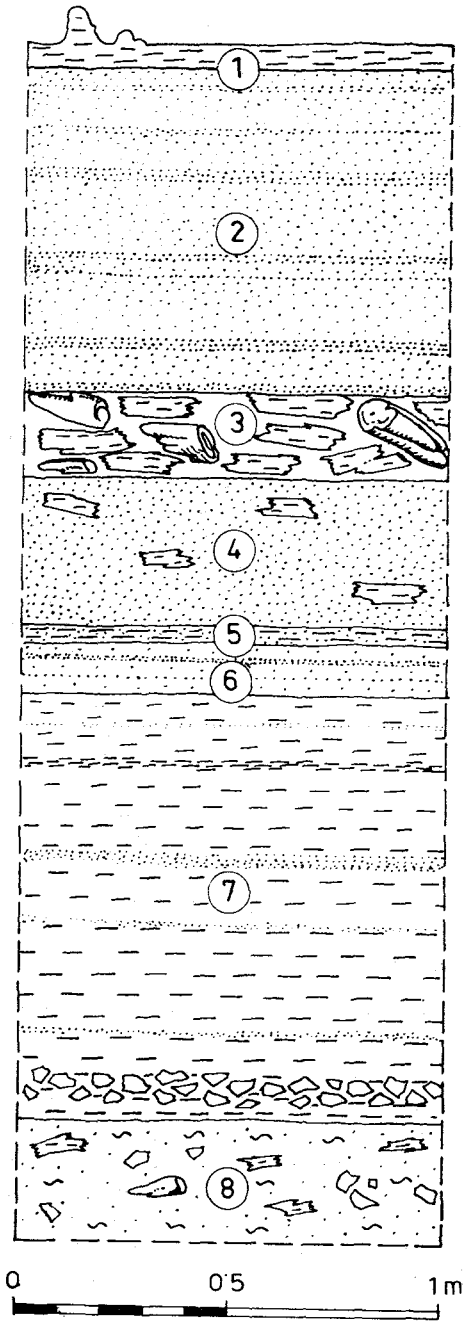
kopavanj pred dobrimi sto leti, drugi od izkopavanj za časa italijanske okupacije. Zanimivo je, da so na površini izkopov od takrat že zrasli stalagmiti, ki se približujejo velikosti zelo debelega jabolka. Za sondo 1 × 2 m smo izrabili levi rob največjega starega izkopa ob desni (vzhodni) steni dvoranice (glej sl. 8). V njej so se vrstile od zgoraj navzdol do globine 2,83 m naslednje plasti (glej sl. 9):



Sl. 8. Talni načrt male dvoranice v stranskem rovu za Plesno dvorano. Z vrisano sondo. — Abb. 8. Grundriß des kleinen Saales im Nebengang hinter der Plesna dvorana (Tanzsaal). Mit eingezeichneter Sonde.

1 — Strnjena sigova skorja, debela 6 cm. Mestoma se iz nje dvigajo posamezni do pol metra visoki in precej debeli stalagmiti.

2 — Dokaj rahla, zelo čista, mestoma izrazito plastovita rdeča ilovica, debela 77 cm. Po vsem videzu se je ta ilovica postopno sesedala v mlakuži. Proti pričakovanju v njej ni niti najmanjšega kostnega drobca, čeprav bi mogla predstavljati ekvivalent rdeče ilovice, iz katere izvirajo v Plesni dvorani pod površinsko sigo izkopane kosti jamskih medvedov in jamskega leva. V vzorcu ilovice ugotovimo 13 % drobcev kalcijevih karbonatov, 4 % peščenih flišnih delcev in 83 % gline. Peščena komponenta pa vsebuje 10 % zrn velikosti 1—0,4 mm



Sl. 9. Profil plasti iz sonde za Plesno dvorano. Pojasnila v besedilu. — Abb. 9. Schichtprofil aus der Sonde hinter der Plesna dvorana (Tanzsaal). Erklärung im Text.

in 90 % velikosti 0,4—0,05 mm. Ta sestava ustreza povsem rdečim ilovicam, ki so na drugih mestih jame vsebovale kostne ostanke jamskih medvedov.

3 — Do 20 cm debela plast od jamskega stropa in sten oddrobljenih kosov sigastih skorij in odlomkov stalaktitov.

4 — Rdeča ilovica, debela 35 cm, podobna rdeči ilovici zgoraj, toda za spoznanje bolj mastna. V njej so raztreseni posamezni kosi od stropa odpadlih sigovih skorij. Vsebuje 9 % kalcijevih karbonatov, 7 % peščenih flišnih delcev in 84 % gline, njen peščeni del pa 4 % zrn velikosti do 1 mm, 16 % velikosti 1—0,4 mm ter 80 % zrn velikosti 0,4 do 0,05 mm. Po sestavi se potemtakem zelo ujema s tukajšnjo zgornjo rdečo ilovico, a tudi z rdečimi ilovicami, ki leže drugod v jami nad močno flišnimi plastmi.

5 — Plošča s sigo sprijete ilovice, na površini gladka, toda drobljiva, debela 6 cm.

6 — Razločno plastovita sivkasta ilovica, debela 12 cm. V njej se menjavajo vmesne rdečkaste in črne proge pa tudi leče flišne mivke. V vzorcu iz progaste ilovice zasledimo mnogo razpršenih drobcev lesnega oglja, ki so bili očitno naplavljeni od drugod. Preiskava dr. A. Šercelja, znanstvenega sodelavca SAZU, je dognala, da med vsemi mikroskopsko pregledanimi primerki ni nobenega listavca, temveč gre v vseh primerih samo za iglavce. Po traheidni zgradbi z obkroženimi piknjami in pinoidnimi križišči pripadata vsaj dva primerka izrazito rodu *Pinus*. Sicer je progasti del ilovice sestavljen iz 6 % drobcev kalcijevih karbonatov, 33 % peščenih flišnih zrn in iz 61 % gline, v peščeni komponenti pa ugotovimo le 16 % zrn velikosti 1—0,4 mm in 84 % velikosti 0,4—0,05 mm. Temu nasprotno prevladuje v vzorcu iz povsem mivkaste leče flišni pesek. Drobcev kalcijevih karbonatov zaznamujemo tu 5 %, peščenih flišnih delcev 80 %, ostalih 15 % pa tvori glino. V peščenem delu večjih zrn od 1 mm ni, 40 % jih ima velikost 1—0,4 mm, a 60 % velikost 0,4—0,05 mm.

7 — Do 100 cm debel kompleks v glavnem že precej prhkih, povečini nekoliko ilovnatih sig, ki jih ločijo neznatne proge rdeče ilovice. Od vseh sig je dvoje sigovih skorij vendarle bolj kompaktnih in tako trdih, da jih je bilo treba klesati. Na prvo, do 10 cm debelo, zadenemo ped pod zgornjo mejo kompleksa, na drugo, do 15 cm debelo, pa skoraj pri dnu kompleksa. Ta siga sprijema brečasto številne odkruške apnenca, s premerom okrog 15 cm. Od vmesnih ilovnatih prog vzbuja posebno pozornost nekoliko debelejša proga temno rdeče stlačene gline, ki se grudasto drobi. Oddrobljene grudice obdaja fina temna prevleka, ki utegne izvirati od manganskih spojin. Glina se je po sedimentaciji najbrž večkrat izsušila in je razpokala. Njena sestava je zelo enostavna: 16 % je kalcijevih karbonatov, 84 % čiste gline, razen tega pa je opazna še sled flišnih zrn frakcije 0,4—0,05 mm.

8 — Flišna ilovica, pomešana z apnenčevim ostro robatim gruščem in od stropa odpadlimi odkruški sig. Vmes preseneča kos kremenovine, ki so ji primešane manganove in železove spojine; ima velikost

srednje debelega jabolka. Gomolji take kremenovine se pojavljajo ponekod v jami v polah krednih skladov, tako na primer pred vhodom v umetni Bertarellijev rov, ki pelje v Črno jamo. Ilovico, katere glavni del so vodni tokovi preložili iz ostankov starega flišnega zasipa, sestavlja 13 % drobcev kalcijevih karbonatov, 42 % peščenih flišnih delcev in 45 % gline, v njenem peščenem delu pa ugotovimo 39 % zrn velikosti 12—1 mm, 34 % velikosti 1—0,4 mm in 27 % zrn frakcije 0,4 do 0,05 mm. Plasti je odkopane samo 29 cm in se v globino še nadaljuje.

Kronološko vrednotenje zgornjega profila je še toliko bolj težavno, ker kljub pričakovanju ne zasledimo v prav nobeni plasti niti najmanjših ostankov favne. Poskus smemo tvegati samo na osnovi primerjave s sedimenti, ki smo jih ugotovili na drugih mestih jame. Kakor pri Slonovi glavi in pri Okovani palici sledi pod kompleksom gruščev, sig in rdečih ilovic tudi v rovu za Plesno dvorano bolj ali manj gruščnat kompleks flišne ilovice, ki so jo naplavili jamski vodni tokovi v bržkone mrzli, toda zelo humidni fazi. V glavnem smo tam oba kompleksa prisodili samo würmski poledenitvi, medtem ko je interpretacija vsega profila v sondi za Plesno dvorano odvisna od kronološke opredelitve debelega kompleksa sig (*7*), nad katerim se še drugič pojavi flišni sediment (*6*). Zastavlja se vprašanje, ali je kompleks sig prisoditi riško-würmskemu interglacialu ali prvemu würmskemu interstadialu. Pri tem se spomnimo na precej podoben kompleks sig in ilovnatih vložkov v notranjosti Otoške jame (S. Brodar, 1951 a, 221 do 225, tab. VII), kjer smo vsaj za temeljno trdo sigo (tam plast *13*) postavili isto vprašanje, sicer pa vse druge plasti kompleksa pridelili po prvem würmskem sunku prav gotovo zelo dolgo trajajočemu interstadialu. Ako zavzamemo tudi v našem profilu isto stališče, je treba nastanek komaj načete spodnje gruščnate in s flišno ilovico pomešane plasti (*8*) pripisati würmu I in ves kompleks sig (*7*) würmskemu interstadialu I/II, v katerem pa se je sedimentiralo nad sigami še dvoje nadaljnjih plasti. V njegovi kasnejši najbolj humidni fazi so jamski vodni tokovi od časa do časa odlagali iz ostankov starega flišnega zasipa izprani material pa tudi rdečkaste ali zaradi razpršenega oglja črne ilovice (*6*). Zaključni fazi interstadiala bi ustrezala nadalje še krovna, nato zasigana ilovica (*5*). Začetno fazo uveljavljanja zmrzali v sledečem würmskem sunku II odražajo odkruški sig, ki se pojavljajo v rdeči paravtohtoni ilovici (*4*). V polni meri pa se zrcali würm II v naslednjem sedimentu, ki ga sestavljajo izključno samo od stropa odkrušeni kosi sig in stalaktitov (*3*), podobno kakor pri Slonovi glavi (tam prav tako plast *3*). Razmeroma znatna plast paravtohtone rdeče ilovice (*2*), ki se je po vsem videzu sedimentirala v mlakuži, katera se je večkrat izsušila, pripada v širokem smislu že obdobju po würmu II. Čeprav ta ilovica ne vsebuje nič grušča, se je utegnila sedimentirati vsaj delno tudi v würmu III. Zmrzal je za časa würma II najbrž odluščila vso stropno sigovo prevleko, kompaktnega apnenca pa tako globoko v jami v sicer zelo mrzlem würmu III vendarle ni mogla

rušiti. Brez dvoma že holocenu je pripisati površinsko sigovo skorjo (*1*), iz katere so zlasti v atlantiku zrasli že dokaj veliki stalagmiti.

Bistveno drugačno kronološko sliko pa dobimo, če prisodimo sigovi kompleks (*7*) riško-würmskemu interglacialu, za kar sicer dejansko nimamo nobenega dokaza in se zdi tudi verjetnost za to dosti manjša. V tem primeru smo prisiljeni imeti pod kompleksom ležečo gruščnato flišno plast (*8*) še za efekt velike riške poledenitve, zgornjo plastovito flišno plast (*6*) pa prideliti würmskem sunku I. Popoln izostanek grušča v tem sedimentu, tako odkruškov sig kakor tudi apnenca, bi imel lahko več razlogov. Možno bi bilo, da se je v riško-würmskem interglacialu sedimentirala siga samo na tleh in se strop sploh ni zasigal. Po drugi strani pa je bil würmski sunek I morda le prešibek, da bi se zmrzal mogla uveljaviti tako daleč v jami. Tako bi se zrcalil würmski interstadial I/II samo v neznatnem sedimentu zasigane ilovice (*5*), ves nadaljnji razvoj pa bi bil enak prvi bolj utemeljeni varianti.

Obe varianti vzporejamo v naslednji razpredelnici.

Sonda za Plesno dvorano — Sonde hinter der Plesna dvorana (Tanzsaal)

Plast Schichte	Doba — Zeitalter A	B
1	H	H
2	W III (?)	W III (?)
3 *4*	W II	W II
5 *6* *7*	W I/II	W I/II W I R — W
8	W I	R

Stara sonda v Pisanem rovu

Če se napotimo od Plesne dvorane naprej proti končni postaji jamske železnice, srečamo na Razpotju na levi strani vhod v rov, ki vodi h Koncertni dvorani, nato na desni strani vhod v Brezimno jamo ter samo še 20 m naprej, spet na desni strani, pri poligonski točki XLV (524, 85 m) odcep v Pisani rov ali Pisano jamo (A. Sartori, tab. VI). Od Plesne dvorane smo tu oddaljeni okrog 800 m, od glavnega vhoda v Postojnsko jamo pa že kar okrog 1300 m. Po pobočju in stopnicah navzgor stopimo skozi železna vrata v rov, ki je nad 10 m širok. V nadmorski višini okrog 533 m poteka v glavnem proti severu ter se po dobrih 500 m konča.

Že kmalu v začetnem delu rova je razločno videti, da so se jamska tla posedla, kar opazimo zelo pogosto tudi v drugih rovih Postojnske jame. Pol metra do en meter više od sedanjih tal zasledimo na strmi

desni jamski steni ostanek tal nekdanje konvakuacije. Nekako 50 do 60 m od železnih vrat ali približno 5 m pred drugo, bolj ozko in globlje segajočo vboklino prehaja ostanek prvotnih tal v današnja tla. Prav na tem mestu so ostali sledovi manjšega plitvega sondiranja (glej sl. 1, št. 5), ki izvirajo z vso verjetnostjo še iz dobe italijanske okupacije. Pod razmeroma tanko površinsko stalagmitno skorjo sledi prav tako tanek pas kostne breče, s sigo zalitih kosti, ki so tako močno zdrobljene, da jih ni mogoče določiti. Vendar je verjetnost zelo velika, da gre za kostne ostanke jamskih medvedov. Kostna breča leži na glini, ki je v mokrem stanju skoraj črna, posušena pa temno siva. V glini ugotovimo 11 % kalcijevih karbonatov in 89 % glinenih delcev, manjših od 0,05 mm. Peščene flišne komponente plast ne vsebuje, vendar pa že njena barva razodeva flišni izvor.

Da bi fosilne živalske kostne ostanke zato, ker so silno fragmentirani, pripisali dejavnosti človeka, nimamo nobenega prepričljivega dokaza. Vsekakor pa ta najdba zaradi znatne oddaljenosti od jamskega vhoda spet sproži vprašanje, ali niso bili v pleistocenu odprti še drugi vhodi v Postojnsko jamo. Zanimivo je po drugi strani tudi dejstvo, da vsaj proti koncu würmske poledenitve in po njej na tem mestu razen neznatne tvorbe najbrž atlantske sige ni bilo nobene druge sedimentacije. Zato bi tudi bila dvomljiva trditev, da se je talna flišna glina sedimentirala v würmu I. Bržkone gre za starejši sediment, ki je bil odložen po mlajši erozijski fazi v zelo humidnem obdobju, ko je izvenjamska voda sicer tekla že v nižjih jamskih nadstropjih, a včasih vendarle spet zalila Pisani rov, se tam polagoma čistila in zapustila najfinejše flišno blato. Udor plasti v tem delu rova pa je vsekakor pripisati šele dobi po würmski poledenitvi.

Iz bližine končne postaje jamske železnice

Ako se iz Pisanega rova vrnemo v glavni rov jame in se napotimo pod orjaškim zvrnjenim kapniškim stebrom naprej proti končni postaji jamske železnice (glej sl. 1, št. 6), zagledamo takoj v začetnem delu postaje (od prve kretnice bivše enotirne proge 6—7 m naprej) kolikor toliko razgaljen profil večjih dimenzij. Velikanski kup flišnih ilovic in peskov se vzpne tu vsaj 20 m visoko. Osnova mu je podorno skalovje, pokriva pa ga tudi do pol metra debela plastovita in močno prepokana siga rdečkaste barve, na kateri je še ped debela zdrava siga bele barve. Vrh kupa leže na sigi zakapane podorne skale in na njih orjaški stalaktit, ki se je pri padcu od stropa zasukal in je zato navidezno podoben stalagmitu. Pobočje z razpokano sigo pokritega ilovnatega kupa se v smeri proti notranjosti jame strmo spušča in dosega nekaj metrov naprej višino 2,50 m nad potjo.

Na tem mestu sledi pod prepokano ploščo sige nekoliko rdečkasta, vendar v glavnem siva ilovica. Zanimivo je, da se njena sestava zelo približuje rdečim ilovicam, v katerih so bile na že v sprednjem omenjenih mestih odkrite tudi kosti jamskih medvedov. V vzorcu ugoto-

vimo 11 % drobcev kalcijevih karbonatov, 8 % peščenih flišnih zrn in 81 % gline, v peščeni komponenti sami pa 2 % zrn velikosti do 1 mm ter 98 % frakcije 0,4—0,05 mm. Ilovica je dejansko tudi tu vsebovala nekaj nedoločljivih kostnih drobcev, ki jih je po vsej verjetnosti pripisati jamskim medvedom, zlasti še zato, ker so pri urejanju jamskih poti v tem območju nekajkrat zadeli na njihove ostanke. V ilovici smo zasledili tudi večji kos roženca, katerega velikost nikakor ni v skladu z njeno zrnatostjo. Naslednji globlji sediment je izrazito fluviatilen. Za znatnejšo progo flišne mivke in tanko ilovnato progo sledijo proge raznovrstne zrnatosti. Mivko sestavlja 5 % drobcev kalcijevih karbonatov, 58 % peščenih flišnih zrn in 37 % gline. V peščenem delu je vseh 100 % zrn v velikosti 0,4—0,05 mm. Glinasto flišni pesek pod njo je precej bolj grob. Vzorec sestavlja 6 % kalcijevih karbonatov, 79 % peščenih in prodnatih flišnih delcev in 15 % gline, v flišnem peščenem delu samem pa je 22 % zrn velikosti 20—1 mm, 30 % velikosti 1 do 0,4 mm in 48 % velikosti 0,4—05 mm.

Ako primerjamo ves fluviatilni del profila s flišnimi sedimenti v jamah sicer umetnega Bertarellijevega rova (glej str. 87), vidimo, da je sestava tu in tam tako rekoč enaka. Zato smemo veliki kup flišnih peskov in ilovic tudi tu imeti za erodiran ostanek totalnega zasipa jame v veliki akumulacijski fazi, o kateri smo na drugem mestu (S. Brodar, 1952, 46 in sl.) izrazili mnenje, da jo je prisoditi starejšemu pleistocenu, najbrž mindelsko-riškemu interglacialu. Močno zasigane ostanke velikega flišnega zasipavanja, morda deloma že preložene, zasledimo v območju postaje jamske železnice tudi še na drugih mestih in še naprej ob poti v Koncertno dvorano in v Zgornji Tartar. Pogosti pa so povsod tu tudi sledovi o posedanju jamskih tal.

Kronološka datacija rdečkaste ilovice s kostnimi drobci je odprto vprašanje. Glede na podobne ilovice v bolj sprednjih delih jame bi bilo misliti na začetne faze würmskega interstadiala I/II. V tem primeru bi istemu interstadialu pripadala tudi še krovna plošča prepokane sige. Glede na znatno debelino sige in njeno prhlost pa tudi ne bi bila izključena riško-würmska starost tako ilovice kakor tudi sige. Vrhnji podor je brez dvoma mnogo kasnejši. Trda siga in stalagmiti na razpokani sigi kakor tudi na podoru so novejšega nastanka, vendar v glavnem iz atlantske dobe.

V območju končne postaje jamske železnice je nudil vpogled v sedimentacijo še drug zanimiv profil, ki se je pokazal leta 1956. Uprava Postojnske jame je tedaj nameravala zgraditi 10 m pred zadnjo kretnico bivše enotirne proge in 9 m na desno od tira manjši akvarij. Prostor med mogočnimi kapniškimi oblikami in desno (vzhodno) jamsko steno se je zdel zanj zaradi izravnano zasigane površine še prav posebno primeren. Ko so delavci v obliki kvadrata 1 × 1 m prebili zgornjo do 13 cm debelo sigo, pod katero je votlo donelo, jih je presenetila pod njo znatna praznina pakrožne oblike, s premeroma 2,00 m in 2,60 m. Plasti pod površinsko sigo so se očitno globoko posedle. Ob vsem udornem robu se je pokazal do globine 1,63 m segajoč

profil sig in ilovic, na dnu sredi udorine pa njihova stožčasta sesutina.* V profilu so se od zgoraj navzdol vrstile naslednje plasti (glej sl. 10):

1 — Trda drobtinčasto kristalasta siga, iz katere se dvigajo manjši stalagmiti, 13 cm.

2 — Plastovita rdeča ilovica, z izmeničnimi peščenimi progami, zelo vlažna, 11 cm.

3 — Skorja sige, nekoliko plastovita, 4 cm.

4 — Mastna in mokra rdeča ilovica, 6 cm.

5 — Trda skorja sige, 4 cm.

6 — Mastna in mokra rdeča ilovica, 14 cm.

7 — Trda siga. Sredi nje proga drobljive drobtinčaste sige. Skupno 4 cm.

8 — Mokra rdeča ilovica, 6 cm.

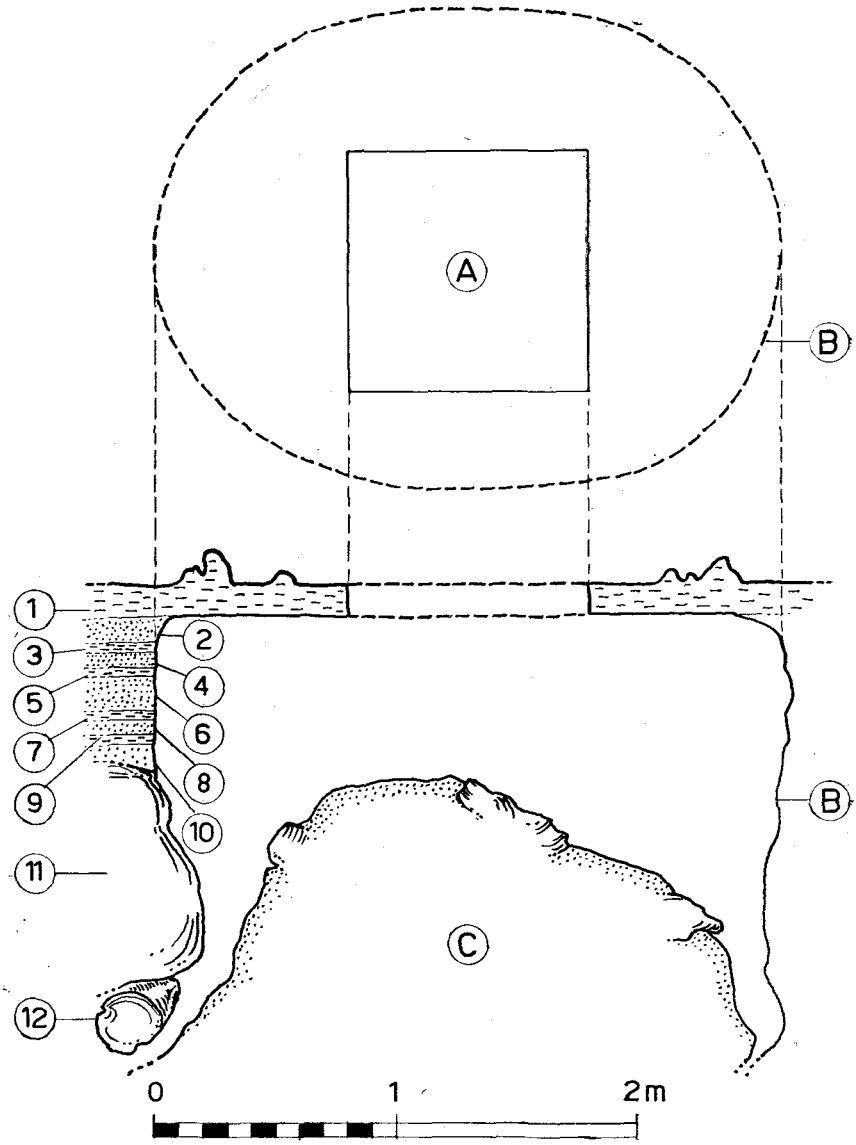
9 — Drobljiva siga, mokra, 4 cm.

10 — Sivkasta ilovica, do 10 cm.

11 — Natečna sigova skorja, pokrita s tanko progo drobljive in intenzivno rdeče preperine. Sega v profilu do 1 m globoko, a je verjetno še bolj debela. Pod njo leži večji odlomljeni kapnik (*12*).

Čeprav nobena plast ne vsebuje ostankov favne in tudi sicer za kronološko opredelitev profila ni zanesljivih opor, smemo na osnovi primerjave s stratigrafskimi ugotovitvami v drugih odsekih jame vendarle tvegati poskus take opredelitve. Da je tudi tu glavni sklop plasti pripisati samo würmski poledenitvi, se zdi samo po sebi evidentno. O temeljni sigovi skorji (*11*) ne vemo, ali je stalagmitnega nastanka ali se je odločila od stropa. Zaradi njene zelo izdatne debeline se zdi bolj upravičeno, če njen nastanek prisodimo prej riško-würmskemu interglacialu kot würmskemu interstadialu (primerjaj plast *5* pri Slonovi glavi). Tako bi bila naslednja sivkasta ilovica (*10*), o kateri nimamo sestavne analize, a ji glede na barvo lahko pripišemo znatnejšo flišno primes, odraz humidnega prvega würmskega sunka. Njen material so stropni vodni curki prenesli iz bližnjih ostankov starega flišnega zasipa (podobno plasti *4* pri Slonovi glavi). Nadaljnji kompleks menjajočih se rdečih ilovic in plasti sig (*9* do *2*) opozarja na podobno menjavo v notranji sondi Otoške jame (S. Brodar, 1951 a, 221—225, tab. VII), deloma pa tudi na zgornje plasti v profilih pri Slonovi glavi, Okovani palici in zlasti za Plesno dvorano. Toda za podrobnejšo datacijo plasti posameznim fazam würmske poledenitve manjkajo zadostne osnove, posebno še, ker se nad poldrug kilometer daleč v jami zmrzal v mrzlih fazah ni mogla uveljaviti in tvoriti gruščev. Sumarično obsega kompleks sedimente druge polovice würmske poledenitve. Da je bila ena njenih zadnjih faz močno humidna, izpri-

* O tem zanimivem pojavu je poročal Inštitutu za prazgodovino človeka na univerzi v Ljubljani dr. R. Savnik, v. d. upravnika Inštituta za raziskovanje krasa SAZU v Postojni, na kar je dr. F. Osole, asistent inštituta, dne 15. marca 1956 na kraju samem podrobno zabeležil in narisal vse podatke o udoru. Obema se najtopleje zahvaljujem.



Sl. 10. *Udor pri končni postaji jamske železnice.*
A — talni načrt, *B* — prerez, *C* — sesutina. Opis plasti v besedilu.

Abb. 10. Einsturz bei der Endstation der Höhleneisenbahn.
A — Grundriß, *B* — Querschnitt, *C* — Einsturzmasse. Beschreibung der Schichten im Text.

čujejo fino peščene proge v plastoviti rdeči ilovici (*2*), ki izvirajo iz razgaljenih ostankov starega flišnega zasipa. Krovna kristalasta siga (*1*), ki se je zadosti debela in neobremenjena kljub posadu obdržala, se je tvorila v glavnem v atlantski dobi in še kasneje. Udor je potemtakem novejšega izvora.

Posedanja jamskih plasti in tal se na mnogih mestih Postojnske jame še zmerom nadaljujejo. Vzroki za to utegnejo biti zelo različni. Ponekod izpodjedajo sedimente, posebno stari flišni zasip, podtalni jamski vodni tokovi, drugod se rušijo tanke skalne pregrade med jamskimi etažami, mogoči so pa tudi kombinirani vzroki. Raziskave udornih pojavov bi vsekakor mogli šteti med poglavitnejše naloge naše speleologije.

Sonda za Veliko goro (Kalvarijo)

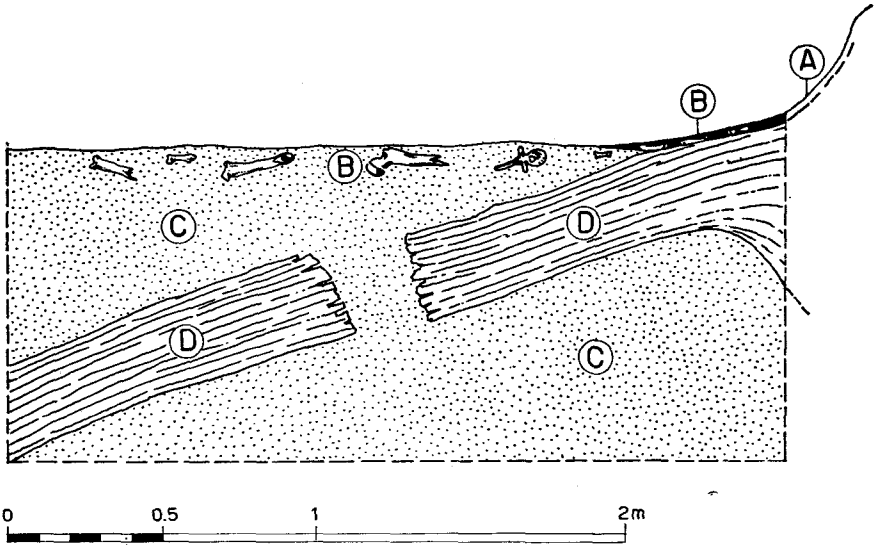
Severno tik za končno postajo jamske železnice (522 m) se vzpenja Velika gora ali Kalvarija (562 m), čez 40 m visok grič silno obsežnih dimenzij, nad katerim je še 17 m do skalnega svoda. To je ogromen podor, ki je nastal na stiku več jamskih rokavov in zaprl nadaljevanje jame v severno smer. Na poti k Razgledišču (555 m), ki je že blizu vrha, sestopimo okrog 40 m pred njim, v višini 553 m, preko železne ograje po vzhodnem pobočju strmo navzdol. Napredovanje otežkočajo že zasigano podorno skalovje in obilica starih odlomljenih kapnikov, na katerih so že zrasli mlajši kapniki prav znatne velikosti. Na nekaterih mestih opazimo tudi mlajše podore, ki še niso zasigani. Strop je v današnjem stanju skoraj brez kapniških tvorb, na tleh pa leže razmetani številni kapniki in debeli kosi sig različnih starosti. Upravičena je domneva, da ne gre za enkraten podor, temveč za skup mnogih velikih postopnih podorov v davni preteklosti. Podlago podoru bi utegnili tvoriti ostanki starega flišnega zasipa.

Proti dnu pobočja, v višini nekako 528 m, podornega gradiva polagoma zmanjka. Podoba tal se spremeni. Povečini jih pokrivajo debele stalagmitne skorje, iz katerih štrle mogočni stalagmiti. Tako skorje kakor tudi stalagmiti so prek in prek prepokani. Špranje enih in drugih so neredko tudi do 25 cm široke, njihovi robovi pa zaliti s 3—5 cm debelo mlajšo sigo. Pojavijo se udorne kotanje. Najbolj razsežna je udorna globel na dnu (525 m), sredi razcepa v dva stranska rova, ožjega severnega in širšega južnega.

Severni rov je pri vstopu še zmerom okrog 15 m širok, vendar se polagoma zožuje. Pri poligonski točki *CLXII* (glej A. Sartori, tab. IX) znaša njegova širina samo še okoli 4 m. Tla rova se polagoma dvigujejo. Za to, da stopamo po udornem pobočju, so med drugim priče tudi ostanki nekdanjih jamskih tal, ki jih opazimo mestoma na obeh stranskih stenah rova v višini 1 do 2 m nad današnjimi tli.

Posebno v globeli, pa tudi više po pobočju so opazni sledovi starih, najbrž italijanskih, plitvih poskusnih izkopov. Vendar v teh ni opaziti nobenih posebnosti. Povod za mesto našega sondiranja (glej sl. 1, št. 7) je dalo šele slučajno odkritje kanina jamskega medveda (*Ursus spe-*

laeus Rosenm.). Konica zoba je štrlela iz tanke površinske kristalaste sige, medtem ko je staro odlomljena korenina trdno tičala v stalagmitni skorji pod njo. Sonda leži približno sredi rova, 3 m pred poligonsko točko CLXII, v višini 528 m. Od današnjega vhoda v Postojnsko jamo je oddaljena okoli 2 km. Prav za območje sonde je zelo značilna raznolikost jamskih tal na levi in desni strani rova. Medtem ko se pri hoji od leve stene do sredine rova ugrezamo v flišno blato, se razprostirajo po vsej desni strani močno prepokane skorje sig in mogočne skupine



Sl. 11. Profil plasti v rovu za podorom Velike gore.
A — kristalasta siga, *B* — horizont kosti jamskih medvedov, *C* — flišna glina, *D* — stalagmitna skorja.

Abb. 11. Schichtprofil im Höhlengang hinter dem Versturz Velika gora.
A — Kristallsinter, *B* — Höhlenbärenknochenhorizont, *C* — Flyschton, *D* — Stalagmitkruste.

prav tako napokanih stalagmitov, na katerih so se kasneje zopet tvorili mlečnobeli ali rožnati mlajši stalagmiti. Meja poteka nekako po sredini rova. Sondo smo prilagodili terenu in zato nima povsem pravilne oblike pravokotnika 2,5 × 1 m. Globoka je samo 1 meter. Z daljšo stranico prečka rov tako, da zavzema v glavnem pas flišnega blata, sega pa do pol metra daleč tudi v stalagmitni pas (glej sl. 11).

Na horizont kostnih ostankov jamskih medvedov (*B*) zadenemo v flišnem blatu (*C*), v katerem so raztreseni tudi le posamezni odlomljeni kapniki in kosi sig, takoj pod površjem. Vendar gredo kosti največ le 15 cm globoko. Razen razbitega kostnega drobiža in fragmentov cevastih kosti vsebuje horizont tudi več celih metakarpalnih in karpalnih kosti ter celotno okostje medvedje šape v sklenjenem anatom-

skem sestavu. Glavnina kostnih ostankov je osredotočena prav na obseg sonde, ob njenih robovih jih zasledimo le še malo ali jih sploh zmanjka. Kostni drobir pa prehaja sklenjeno tudi v stalagmitni pas. Na stari stalagmitni skorji (*D*) ležeče in brečasto sprijete kostne drobce (*B*) prekriva tukaj samo 2—3 cm debela prosojna kristalasta siga (*A*). Pod zgornjim flišnim blatom (*C*) se debela plošča sige (*D*) proti pričakovanju še nadaljuje. Ped široko prepočena se spušča v loku navzdol. Pod njo se pokaže, vezana skozi prepoko, zgornjemu flišnemu blatu povsem ustrezna, toda popolnoma sterilna spodnja flišna glina (*C*).

Za nadaljnje tolmačenje profila je bistvenega pomena odgovor na vprašanje, ali sta flišno blato nad stalagmitno ploščo in flišna glina pod njo isti sediment in kako je ta nastal. Poglejmo, kaj je pokazala analiza vzorcev. V zgornjem flišnem blatu nad sigo ugotovimo 12 % kalcijevih karbonatov in 88 % glinenih delcev, ki so vsi manjši od 0,05 mm, v spodnji flišni glini pod stalagmitno ploščo pa 11 % kalcijevih karbonatov in 89 % glinenih delcev, ki so prav tako vsi manjši od 0,05 mm. Po popolnoma enaki sestavi smemo torej sklepati, da med flišnima sedimentoma nad sigo in pod njo ni nobene razlike in sta oba istega izvora. Že iz te ugotovitve pa tudi sledi, da bi flišno glino pod stalagmitno ploščo komaj mogli imeti za ostanek starega flišnega zasipa iz velike akumulacijske dobe. Kajti ta je, vsaj kolikor ga poznamo doslej, mnogo bolj grobo zrnat. Flišna glina se je sedimentirala v mirno stoječi vodi, ki se je v času velikih voda dvignila iz niže ležečih jamskih prostorov, ko je bil prvotni flišni zasip tu povečini že odstranjen. Da vodna struja večje jakosti ne prihaja v poštev, uvidimo, če primerjamo sestavo flišnega blata, ki ga sedaj odlaga narasla Pivka v dosti zatišnem prostoru Spodnjega Tartara. V vzorcu, ki smo ga vzeli dobre 4 m nad današnjim normalnim nivojem Pivke, moremo ugotoviti 19 % kalcijevih karbonatov, 26 % flišnega peska in 55 % gline. Čeprav je tu nad polovico gline, zaznamujemo pa vendar tudi znaten delež flišnega peska (2 % zrn velikosti 1—0,4 mm in 98 % velikosti 0,4 do 0,05 mm), o katerem v sondi pod Veliko goro ni nobenega sledu.

Če smo tako spoznali, da predstavlja flišna glina (*C*) pod stalagmitno skorjo (*D*) in nad njo isti sediment, se vprašamo, kako je razložiti, da je odložen pod debelo stalagmitno skorjo pa tudi nad njo. Za razlago prihajata v glavnem v poštev dve možnosti. Izključeno ne bi bilo, da je siga, ki je flišno glino prekrila, na udornem pobočju kasneje razpokala. Zaradi splošnega posedanja je bil tedaj del flišne gline prav gotovo izrinjen skozi široke prepoke. Čeprav za posamezne razpoke ne smemo računati z večjimi količinami izrinjene gline, je pa vendar upoštevati širše področje razpok in zlasti razpoke v višjih legah, katerih izrinjeni material je izpirala od stropa kapljajoča voda ter ga v nižjih globelih kopičila na sigo. Za drugo možno razlago pa je potrebna predpostavka, da je stalagmitna plošča nastala na sedimentu, ki je bil kasneje erodiran (take primere zasledimo v Postojnski jami na več mestih) ali pa se je ob udoru posedel in je tako pod ploščo

sige, ki je kljub prepokanosti obvisela, nastala večja praznina. V kasnejši dobi velike humidnosti so kalne vode nižjih jamskih nadstropij tako visoko narasle, da niso zalile samo praznih prostorov pod stalagmitno skorjo, temveč se vzdignile še visoko čez njo. Vsakokrat so odlagale najfinejše blato, ki je sčasoma zapolnilo praznine pod sigo in njene razpoke ter se sedimentiralo tudi na sigi.

Naj že ustreza nastanek flišne gline eni ali drugi možnosti, dejstvo je, da se jamski medved pojavi na njeni površini, ko je bila že odložena. Njegovi kostni ostanki so se nekoliko pogreznili v blato, na stalagmitni plošči, ki je glina ni več prekrivala, pa so ostali na površini. Tu jih je samo nekoliko pokrila najmlajša kristalasta siga. Sicer pa je sedimentacija, ako izvzamemo samo posamezne odkruške kapnikov in stropnih sig, v tem globokem predelu jame popolnoma izostala.

Časovno vrednotenje profila je odvisno od naznačenih možnosti sedimentacije. Debela stalagmitna skorja bo bržkone predwürmske starosti, pripisati jo je riško-würmskemu interglacialu, če ni morebiti še starejša. Če je pod skorjo ležeča flišna glina starejša od riško-würmskega interglaciala, je bila deloma preložena nanjo v zvezi z udornim posedanjem šele v začetnih fazah würmske poledenitve. Po drugi varianti, ki se zdi glede na ozko omejenost sonde bolj sprejemljiva, pa se je vsa flišna glina, tako pod sigo kakor tudi nad njo, sedimentirala po riško-würmskem interglacialu. Seveda šele potem, ko je plošča sige zaradi udornega posedanja že prej pod njo odloženih sedimentov razpokala. V tem primeru bi vsa sedimentacija flišne gline zelo ustrezala močno humidni fazi würma I, katere učinki so se odrazili v sedimentih tudi drugod v jami, na primer pri Slonovi glavi in pri Okovani palici. Kasneje se tako globoko v notranjosti jame do konca pleistocena niso več tvorili novi sedimenti. Kostni ostanki jamskega medveda so obležali tako rekoč na površini v obdobju od konca würma I do viška würma III. Na flišni glini so se le nekoliko pogreznili v blato, na stalagmitnem pasu pa jih je prekrila samo tanka kristalasta siga, ki se je izločevala po vsej verjetnosti šele v holocenu, predvsem v atlantski dobi.

O novem najdišču kosti jamskih medvedov v Postojnski jami lahko rečemo, da je po dosedanjih ugotovitvah najbolj oddaljeno od jamskega vhoda. Kajti prav tako samo s sigo prekrite najdbe na podornem skalovju Velike gore (Kalvarije), o katerih poroča že leta 1837 F. Hochenwart (S. Brodar, 1951 b, 249), so bile odkrite na južnem pobočju velikega podora, ko so urejevali prve steze na Kalvarijo.

Flišni zasip v Umetnem rovu

Postojnsko jamo in Črno jamo veže Umetni rov, imenovan tudi Bertarellijev rov. Dolg je približno 500 metrov in je, kakor že ime pove, umetno izvrtan v kredne sklade. Toda na nekaterih mestih prečka naravne jame, ki so se več metrov visoko in prav do stropa zapolnile s flišno naplavino. Za časa sondiranja leta 1951 smo v eni

teh jam, 20 m pred kartografsko točko *N* (glej A. Sartori, tab. X), ugotovili razgaljen profil tako imenovanega starega flišnega zasipa, ki ga v sprednjem večkrat omenjamo in bomo o njem podrobneje razpravljali še v zaključni diskusiji. Zapolnil je v glavnem že izdelane jame v veliki akumulacijski fazi še v starejšem pleistocenu. V sledeči erozijski fazi, še pred riško poledenitvijo, so ga izvenjamske tekoče vode skoraj povsem odstranile. Ohranili so se večinoma samo ostanki. V posebno ugodnih okolnostih je le izjemoma ostal še v prvotni legi, tako tudi v našem primeru prav do jamskega stropa.

V spodnjem delu profila nastopa predvsem zelo fina flišna mivka, pomešana z glino. Vmes opazimo tudi dve po 2 cm debeli rdečkasti glineni progi, ki ju loči 3 cm debela mivka. V zgornjem delu pa je flišna mivka dosti bolj groba, toda manj glinasta. V vzorcu spodnje flišne mivke ugotovimo 8 % v solni kislini raztopnih kalcijevih karbonatov, 62 % peščenih flišnih zrn in 30 % glinastih delcev. Peščeni del sam vsebuje 1 % zrn velikosti 3—1 mm, 29 % zrn velikosti 1—0,4 mm ter 70 % zrn velikosti 0,4—0,05 mm. Nasprotno pa beležimo v vzorcu zgornje grobe flišne mivke 6 % kalcijevih karbonatov, 80 % peščenih flišnih zrn in samo 14 % gline. V peščenem delu je 69 % zrn velikosti 3—1 mm, 17 % jih pripada frakciji 1—0,4 mm, še nadaljnjih 14 % pa frakciji 0,4—0,05 mm.

Isti profil je preučeval kasneje tudi R. Gospodarič (1963, 7—8, sl. 2 in 3). Njegove krivulje zrnavosti naplavljenih peskov, izvirajočih iz flišnih peščenjakov in laporjev, se v bistvu ujemajo z našimi ugotovitvami.

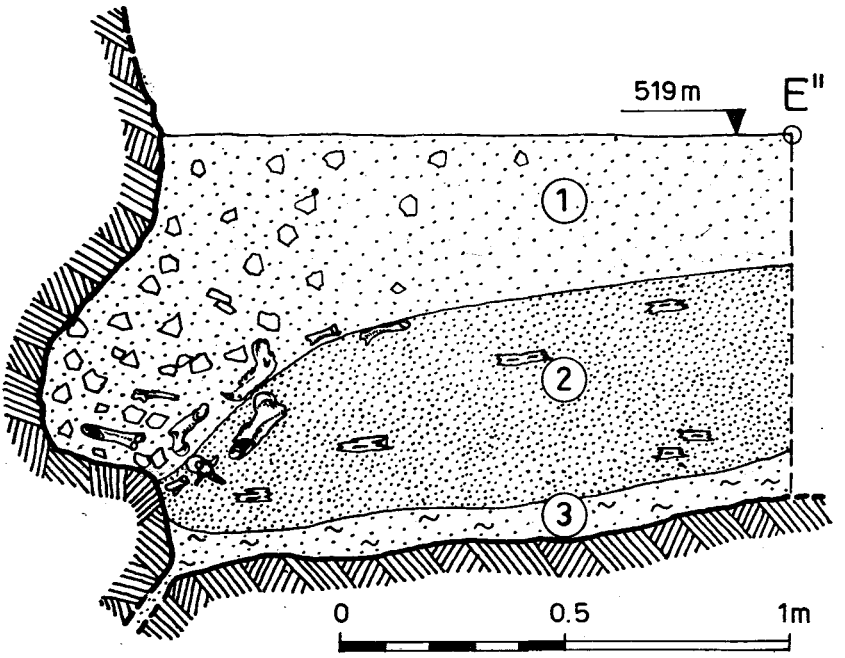
Sonda I in sonda II v Imenski jami

Približno 100 m od glavnega vhoda v Postojnsko jamo stopimo ali se pripeljemo z jamsko železnico v Veliko dvorano, ki jo do prepadne stene in vstopa v tako imenovano novo jamo, kjer so bila opravljena vsa spredaj obravnavana sondiranja, premosti čez Pivko razpeti dolgi železni most. Toda še pred njim, pri kretnici za vstopom v Veliko dvorano, se odcepi na levo in po stopnicah navzdol pot v Imensko jamo (Rov starih podpisov), v vmesno jamsko nadstropje med »Novo« jamo in dnom, po katerem teče današnja Pivka. Ta del Postojnske jame so obiskovali že v srednjem veku, o čemer pričajo posamezni podpisi na stenah iz 13. do 15. stoletja. Posebno pogosti pa so bili obiski še potem prav do leta 1818, ko so odkrili »Novo« jamo, ki jo od takrat turistično izkoriščamo. Nekje v Imenski jami je F. Hochenwart baje že leta 1816 odkril s sigo zakapane dele človeškega okostja (S. Brodar 1951 b, 248—249), medtem ko o najdbah živalskih ostankov iz te jame tudi še kasneje ni nobenih poročil. Da bi spoznali v tem rovu Postojnske jame odložene sedimente in ugotovili, ali vsebujejo pleistocensko favno ter morebiti celo paleolitske sledove, smo leta 1951 sondirali v dveh mestih (glej sl. 1, št. 8).

Za izkop sonde I smo se odločili pri poligonski točki E" (519 m), v zračni črti okrog 55 m od vstopa v Veliko dvorano (glej A. Sartori,

tab. I). Sonda z obsegom 1,67 × 1,40 m meji na levo (zahodno) steno rova. V globini 1 m zadene na apnenčevo skalno osnovo. V profilu (glej sl. 12) moremo razlikovati od zgoraj navzdol v glavnem samo tri plasti, in sicer so to:

1 — Mastna sivkasta ilovica, ki je proti jamski steni zmerom bolj debela (23—77 cm). Prav tu se tudi močno pomeša z apnenčevim gruščem, katerega ostri robovi so nekoliko omiljeni. Pri dnu, že blizu jam-



Sl. 12. Profil plasti iz sonde I v Imenski jami. Pojasnila v besedilu. — Abb. 12. Schichtprofil aus der Sonde I im Höhlengang Imenska jama. Erklärung im Text.

ske stene, vsebuje precej kostnih ostankov jamskih medvedov (*Ursus spelaeus* Rosenm.). Ilovico sestavlja 22 % drobcev kalcijevih karbonatov, 10 % peščenih flišnih delcev in 68 % gline, sam peščeni del pa vsebuje 6 % flišnih zrn frakcije 4—1 mm, 31 % frakcije 1—0,4 mm in 63 % frakcije 0,4—0,05 mm.

2 — Rdeče rjava, precej suha ilovica, v kateri so raztreseni samo posamezni ploščasti odlomki sig in odkruški apnenca. Poprečno je 45 cm debela, ob jamski steni pa se stanjša do 10 cm. Tu leži v njeni zgornji meji mnogo kosti jamskih medvedov (*Ursus spelaeus* Rosenm.). V vzorcu ilovice same je 15 % kalcijevih karbonatov, 37 % peščenih flišnih zrn in 48 % gline, v peščenem delu pa ugotovimo 3 % zrn velikosti 3—1 mm, 32 % velikosti 1—0,4 mm ter 65 % velikosti 0,4—0,05 mm. Po

barvi ilovice sodeč, prevladuje v glinastem delu vsekakor paravtohtona rdeča glina.

3 — Precej glinasta flišna mivka zelenkaste barve, prepežena z rjavimi in črno rjavimi manganiziranimi progami, debela 10 cm. Sestavlja jo 6 % kalcijevih karbonatov, 35 % peščenih flišnih delcev in 59 % gline. V peščenem flišnem delu pa zaznamujemo 4 % zrn velikosti 3—1 mm, 39 % velikosti 1—0,4 mm ter 57 % velikosti 0,4—0,05 mm.

Osnove za kronološko tolmačenje profila so sicer le pičle, vendar dopuščajo poskus opredelitve v širokem obrisu. Flišna mivka (3) leži na dokaj vodoravnih, le nekoliko valovitih tleh vodnega korita. Učinek nekdanjega jakega vodnega toka izpričuje tudi v jamsko steno vdolbeni žleb. Toda povsem odprto je vprašanje, kdaj se je mivka sedimentirala. Popolnoma izključeno ne bi bilo, da gre za erodiran ostanek starega flišnega zasipa iz velike staropleistocenske akumulacijske dobe. Po drugi strani pa je misliti tudi na mnogo kasnejšo presedimentacijo starega zasipa, do katere bi prišlo najkasneje v würmu I. Obe višji plasti pa pripadata brez pomisleka prav gotovo zadnji poledenitvi. V bistvu paravtohtono rdeče rjavo ilovico (2) je pripisati glede na ugotovitve v drugih odsekih Postojnske jame z največjo verjetnostjo würmskemu interstadialu I/II. Njen dokaj visoki odstotek flišnih delcev izvira najbrž iz starega flišnega zasipa v višjem jamskem nadstropju, od koder ga je izpirala skozi večje razpoke prenikajoča voda. Kostni ostanki jamskih medvedov so bili odloženi že na površino plasti. Deloma so potonili v razmehčanem blatu, deloma pa so še štrleli iz plasti, ko jih je začela prekrivati sivkasta, z gruščem pomešana ilovica (*1*), katere izvor je prav tako iskati v višji jamski etaži. Kopičenje apnenčevih odkruškov smemo prisoditi učinkom zmrzali in zato se ne zdi pogrešno, če plast v širokem smislu dodelimo würmu II in III.

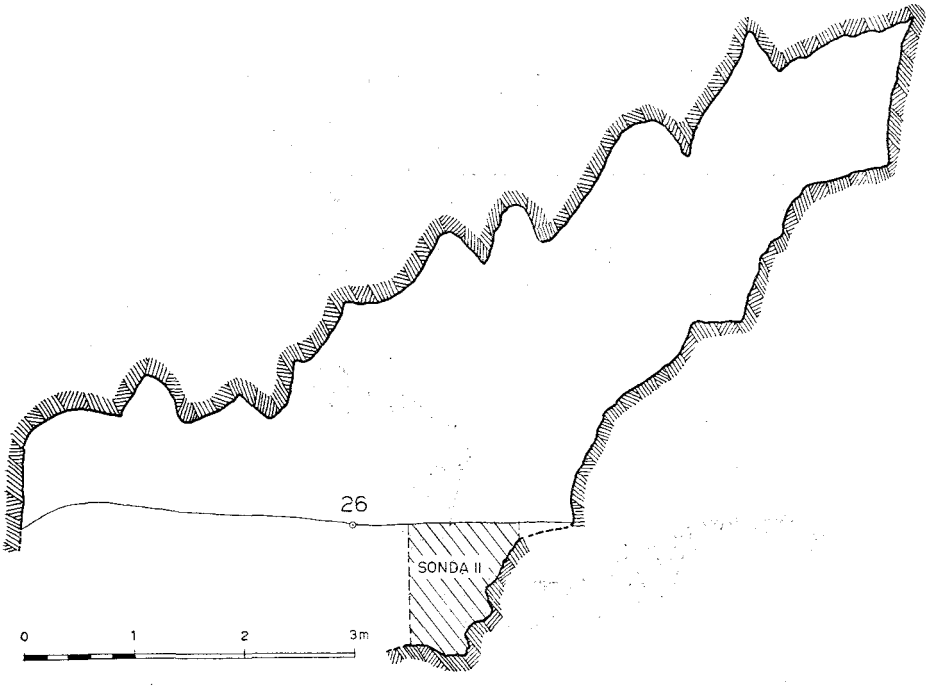
Prostor za sondo II smo izbrali okrog 35 m od sonde I naprej po rovu, in sicer med poligonsko točko 26 in desnim (vzhodnim) skalnim pobočjem, v nadmorski višini 521 m (glej sl. 13). Čeprav je obseg sonde 1 × 1,30 m kaj skromen, moremo do živega skalnega dna tudi tukaj razlikovati v glavnem samo tri plasti (glej sl. 14). To so:

1 — S tanko skorjico sige pokrita mastna sivkasta ilovica, v kateri so raztreseni posamezni odkruški stropne sige; plast je debela 15 cm.

2 — Rdečkasto siva ilovica, debela od 35 do 50 cm. Daljšo in vsaj enkrat prekinjeno dobo njenega nastajanja izpričuje stalagmit, katerega široko bazo ugotovimo približno sredi plasti (izven profila v sredini sonde).

3 — Glinasta flišna mivka, debela 55 cm, ležeča na kredni skalni osnovi, ki se spušča proti levi (zahodni) jamski steni. Prekinja jo, 12 cm pod njeno površino, samo 1 cm debela skorjica sige. V vzorcu mivke ugotovimo 6 % kalcijevih karbonatov, 64 % peščenih flišnih zrn in 30 % gline, v samem peščenem delu pa 7 % zrn velikosti 3—1 mm, 55 % velikosti 1—0,4 mm ter 38 % velikosti 0,4—0,5 mm. Posebne pozornosti so vredni samo v eni progi mivke ugotovljeni razpršeni drobci

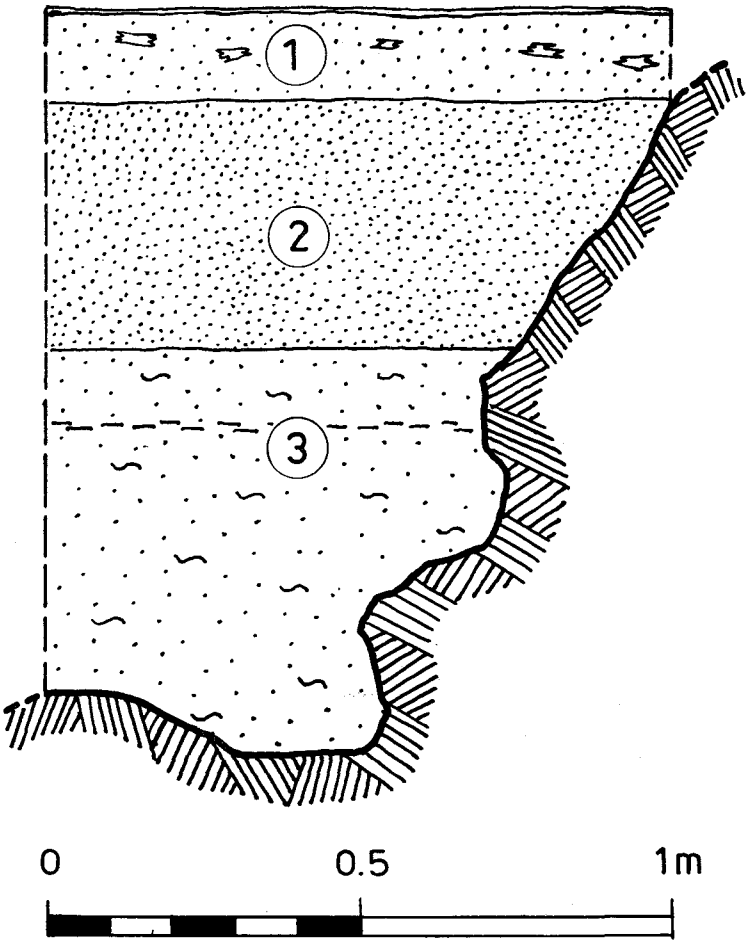
lesnega oglja, ki so po strukturi izključno samo iglavskega porekla. Preiskal jih je dr. A. Šercelj, znanstveni sodelavec SAZU, za kar mu gre najlepša zahvala. Sestava flišne mivke z ogljem se bistveno ne razlikuje. V njej je ugotovljenih 12 % kalcijevih karbonatov, 51 % peščenih flišnih delcev in 37 % gline, v samem peščenem delu pa 2 % zrn



Sl. 13. Prerez Imenske jame in sonde II. — Abb. 13. Querschnitt des Höhlenganges Imenska jama und der Sonde II.

frakcije 3—1 mm, 39 % frakcije 1—0,4 mm ter 39 % frakcije 0,4 do 0,05 mm.

Precejšnje soglasje zgornjih plasti s plastmi v sondi I je očitno. Vendar bi bazalno flišno mivko (*3*) komaj mogli imeti za preostanek starega flišnega zasipa. Vsekakor pa je iz njega presedimentirana in pripada bržkone würmu I. Oglje iglavcev, ki je bilo preloženo z mivko vred, utegne izvirati iz niti 10 m više ležečega nadstropja, po katerem teče jamska železnica, iz česar bi sledilo, da se je tam takrat ali ne predolgo pred tem kurilo. Na flišno mivko odložena paravtohtona rdečkasto siva ilovica (*2*) ustreza rdeče rjavi ilovici v sondi I. Njen sivi barvni odtenek je pripisati nekoliko večji množini flišne primesi. Razmeroma počasno tvorbo tega sedimenta nakazuje v plasti ugotovljeni stalagmit. Po vsej verjetnosti gre tudi tu za sediment würmskega interstadiala I/II. Za krovno sivkasto ilovico (*1*), ki jo je izpirala iz

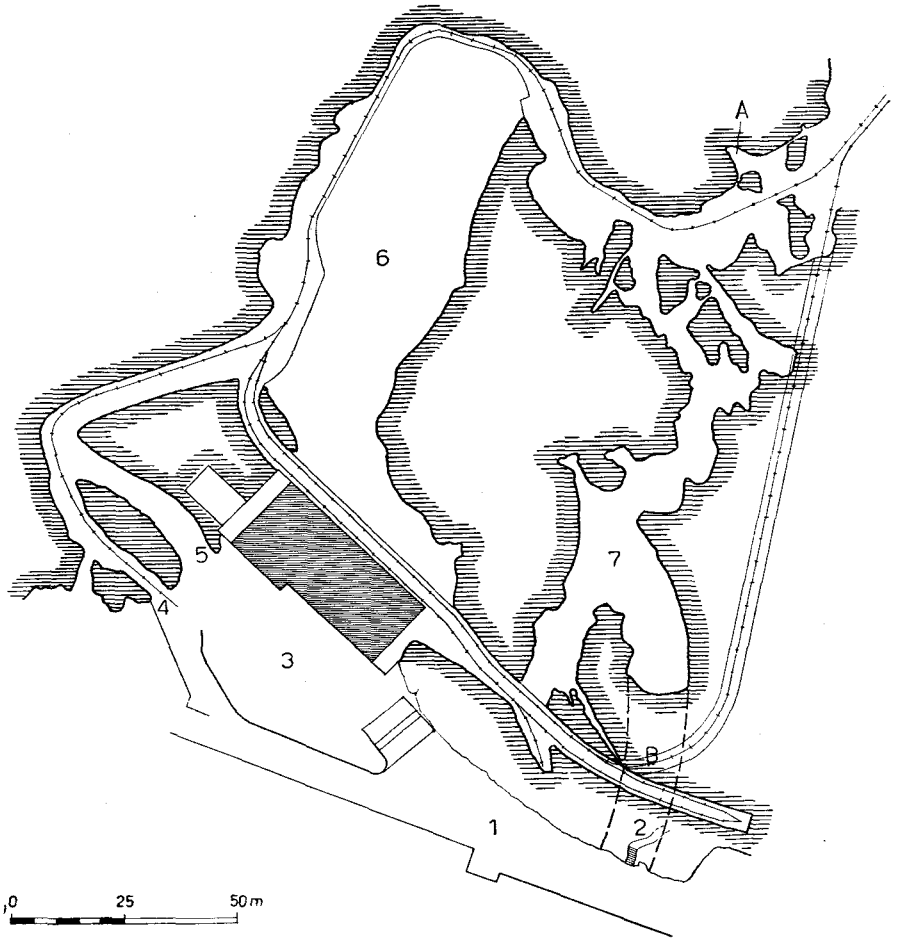


Sl. 14. Profil plasti iz sonde II v Imenski jami. Pojasnila v besedilu. — Abb. 14. Schichtprofil aus der Sonde II im Höhlengang Imenska jama. Erklärung im Text.

višje jamske etaže skozi razpoke prenikajoča voda, pa so tudi tukaj značilni primešani odkruški sig, ki jih je povzročila zmrzal. Tako bo tudi za to plast kar upravičena domneva, da je nastajala v obdobju würma II in III.

Novo paleolitsko najdišče v predoru za Biospeleološko postajo

Ker bi bila vzporedna speljava drugega tira jamske železnice od vstopne postaje preko Velike dvorane zvezana s tehničnimi težkočami in velikimi stroški, je načrt predvideval zgraditev ločene proge skozi



Sl. 15. Postojnska jama.
Talni načrt sprednjega dela jame in predjamskega prostora.

A — paleolitska postaja pri kapniku Slonova glava; *B* — novo paleolitsko najdišče v predoru za Biospeleološko postajo; *1* — cesta Postojna—Veliki Otok, *2* — pot na Sovič, *3* — ploščad pred jamsko restavracijo, *4* — stari vhod, *5* — glavni vhod, *6* — Velika dvorana, *7* — Rov z Biospeleološko postajo.

Abb. 15. Postojnska jama.
Grundriß des Vorderteils der Höhle und des Vorhöhlenraumes.

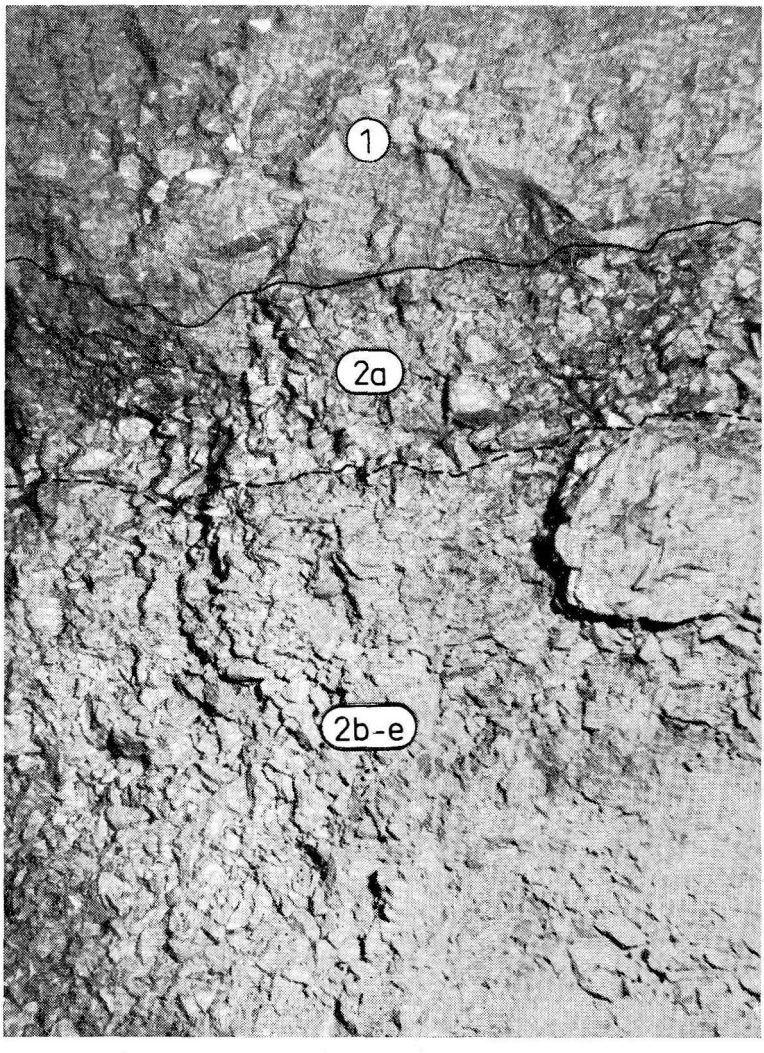
A — Paläolithstation beim Tropfstein Slonova glava (Elefantenkopf); *B* — Neue paläolithische Fundstelle im Tunéll hinter der Biospeläologischen Station; *1* — Straße Postojna—Veliki Otok, *2* — Weg zum Sovičberg, *3* — Plattform vor der Höhlenrestauration, *4* — Alter Eingang, *5* — Haupteingang, *6* — Velika dvorana (Großer Dom), *7* — Höhlengang der Biospeläologischen Station.

predor v živi skali vzhodno od Biospeleološke postaje in vzporedno pridružitev k staremu tiru šele za kapnikom Slonova glava. Predor so začeli vrtati okoli 35 m pred vzhodnim koncem železniške rampe za upravnim in restavracijskim poslopjem (glej sl. 15). Toda nemalo presenečeni so brž zadeli namesto na pričakovano apnenčevo gmoto na gruščnate in ilovnate sedimente. Ko je izkop za predor, ki ga je treba v takih okolnostih obzidati z betonskimi stenami, dosegel že šesti meter, so šele opazili v plasteh živalske kosti in lesno oglje. O najdbi nas je uprava Zavoda Postojnske jame obvestila dne 28. januarja 1964, na kar smo si isti dan popoldne ogledali najdišče. Brez pridržka smo mogli takoj ugotoviti, da pripadajo drobno razbite kosti večjemu pleistocenskemu cervidu in delno morda tudi vrsti bovidov, dobro razločljivo pa se je pokazala tudi črna ogljena proga, tako v čelnem profilu kakor tudi v profilih na obeh straneh izkopa.

V takratni delovni fazi je bil izkop skozi sedimente nekaj nad 2 m visok in dobre 3 m širok. V čelni kakor tudi v stranskih stenah je bilo mogoče razlikovati zgoraj rdeče ilovnato plast, pomešano z gruščem, spodaj pa izrazito gruščnat kompleks z neznatno ilovnato primesjo (glej sl. 16). V čelnem profilu je pod rdečo ilovnato plastjo (40—50 cm) odrezano sledil srednje debel, nekoliko s sigo sprijet grušč (25 cm). V njegovem zgornjem delu so kostni in ogljeni drobci jasno nakazovali kulturni horizont. Navzdol so se vrstili grušči, in sicer nekoliko drobnejši grušč z zelo skromno ilovnato primesjo (50 cm), spet bolj srednje debel in malce s sigo sprijet grušč (20—30 cm) ter ponovno drobnejši grušč, sprijet rahlo in samo mestoma (50—60 cm do dna izkopa).

Da izkop predora prečka doslej še neznan jamski rov večjega obsega, ki je povsem zapolnjen s sedimenti, je bilo jasno na prvi pogled. Glede na nadmorsko višino izkopnega dna (529 m) in višino površja nad jamo (okoli 535 m) mora zgornja rdeče ilovnata plast (in morebiti še katera nad njo) zadeti na jamski strop že v kratki razdalji, največ po 1—2 metrih. Spodnji gruščnati kompleks, pod katerim so bržkone še drugi sedimenti, pa se nadaljuje v neznano, verjetno znatno globino.

V čelnem profilu, tik ob levi steni izkopa, smo pri ogledu z začudenjem ugotovili večji rov, ki je nedvomno pričal, da je nekoč tu že nekdo kopal. Delavci so povedali, da so ob levi strani izkopa že od začetka ves čas sledili sklenjenemu izkopanemu rovu. Dno rova je 80 cm nad izkopnimi tli, njegova širina pičlo 1 m, višina malo nad 1 m. Izkopan je bil v gruščnatem kompleksu in sega z gotsko oblikovanim lokom do rdeče ilovnate plasti (glej sl. 18). Ves izkopani material je bil skrbno odstranjen. Na obeh stranskih stenah rova so bile dobro vidne zgoraj omenjene plasti, zlasti tudi ogljena proga. Pripisati nastanek rova tekoči vodi ali živalski dejavnosti je po vseh okolnostih popolnoma izključeno. Verjetno ne pogrešimo, če domnevamo, da so Italijani, preden so dogradili rampo jamske železnice, iskali tu bližji vhod v rov Biospeleološke postaje. Začudi nas pa, da so v sedimentih prezrli njihovo pomembno vsebino.



Fot. F. Habe

Sl. 16. Profil v predoru za Biospeleološko postajo ob odkritju paleolitskega horizonta, višina ca. 1,60 m.

1 — rdeče ilovnata, z gruščem pomešana plast; *2 a* — paleolitski horizont v grušču; *2 b—e* — gruščnati kompleks.

Abb. 16. Profil im Tunéll hinter der Biospeläologischen Station, zur Zeit der Entdeckung des Paläolithhorizontes aufgenommen. Profilhöhe etwa 1,60 m.

1 — Rotlehm, mit Kalkschutt vermischt; *2 a* — Paläolithhorizont im Kalkschutt; *2 b—e* — Kalkschuttkomplex

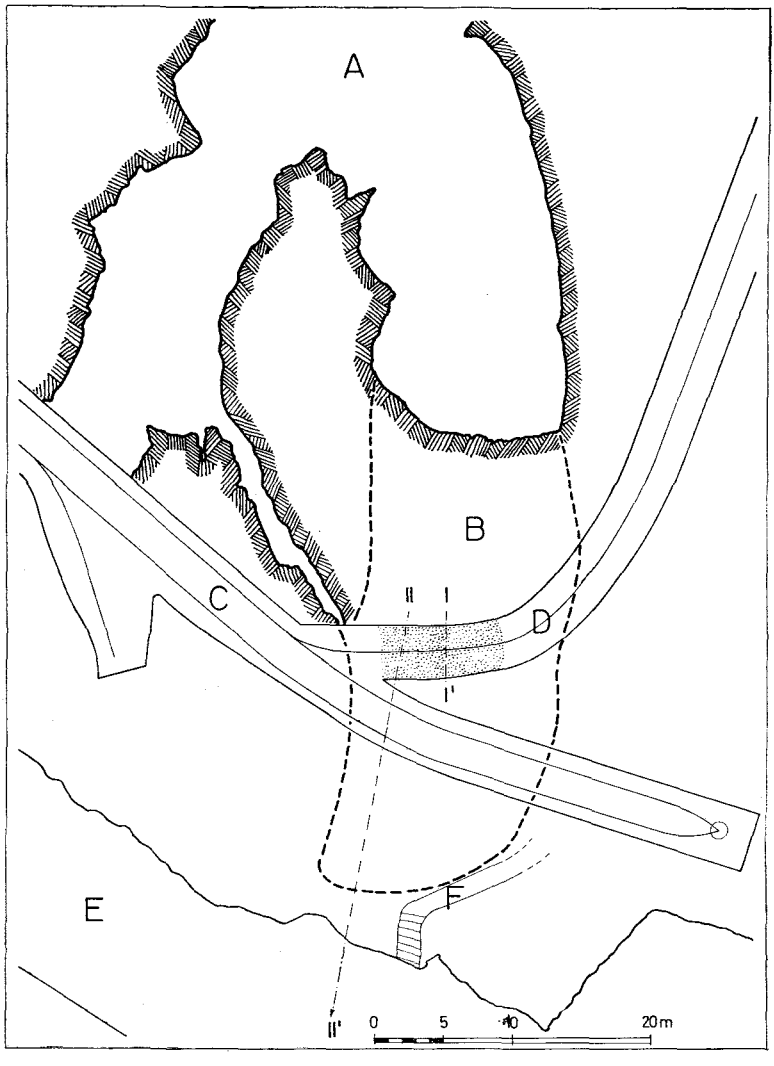
Če je bilo odkritje novega paleolitskega najdišča nakazano že z razbitimi kostmi pleistocenske favne in z ogljeno progo, je najdba prvega kamenega artefakta to v polni meri tudi potrdila. Ko smo podrobno pregledovali ogljeni horizont, je že omenjeni tovariš Zmago Žele zasledil v levi steni italijanskega rova in že dobro ped za čelno steno izkopa obdelan odcepek črno rjavkastega roženca.

Zadovoljstvo ob odkritju nove paleolitske postaje v Postojnski jami je žal kalilo grenko spoznanje, da je sistematično izkopavanje najdišča, ki bi zahtevalo daljšo raziskovalno dobo in tudi znatna sredstva, neizvedljivo. V turistični jami, ki jo obišče letno že domala pol milijona obiskovalcev, je moral biti drugi tir jamske železnice dograjen do glavne sezone. Zato so kopali predor v treh izmenah noč in dan. Potemtakem se je bilo treba zadovoljiti samo s kolikor mogoče stalnim nadzorstvom pri nadaljnjem izkopu predora. Od 29. januarja do 11. februarja, ko so prvič zadeli na živo apnenčevo jamsko steno, pa od časa do časa še kasneje, ko so izkop za predor zaradi betonske obzidave nekoliko razširjali, sta izmenično opazovala potek plasti in njihovo vsebino dr. ing. Mitja Brodar, znanstveni sodelavec Sekcije za arheologijo SAZU, in Rado Gospodarič, asistent Inštituta za raziskovanje krasa SAZU v Postojni. Za rešitev mnogih najdb gre zahvala tudi nadzorniku tehničnih del tov. Zmagu Želetu. Na podatke omenjenih, zlasti pa na izmerjene profile in na vzorce plasti, za kar je poskrbel M. Brodar, pa tudi na avtopsijo se opira nadaljnji prikaz najdišča.

Splošno pregledno sliko sedimentov, ki jih izkop za predor prereže, nudi izmerjeni prečni profil I—I' (glej sl. 17 in 18). Opišemo jih po vrstnem redu od zgoraj navzdol, rezultate sejalne analize in karbonatne vsebine posameznih plasti pa prikažemo skupno tudi v diagramih (glej sl. 19).

1 — Nekoliko gruščnata, v glavnem rdeče ilovnata plast, ki se nad odkopom še nadaljuje. V zgornjem delu je bolj sipka, v spodnjem zgoščeno ilovnata. Vzorec plasti, iz katerega smo odstranili posamezne največje kose grušča, vsebuje 23,7 % apnenčevega grušča. Zrna, ki so manjša od 3 mm, so vključena v 76,3 % ilovnatega dela plasti. V le-tem ugotovimo 10,3 % karbonatov, 3,5 % flišnih delcev velikosti 3—0,05 mm ter 62,5 % gline, katere zrna so manjša od 0,05 mm. V solni kislini raztopnih karbonatov je v samem ilovnatem delu 13,5 %. Od ilovice obarvani svetlo rjavordečkasti kosi grušča so sicer ostro robati, toda toliko korodirani, da izstopajo fosili iz njihove površine. Večina odkruškov ima velikost 2—6 cm. V kepah ilovice je raztresenih obilo drobcev lesnega oglja, ki so pa premajhni in preveč zdrobljeni, da bi bilo mogoče določiti vrsto lesa. Vsekakor nakazujejo bližino kulturnega horizonta.

2 — Pretežno gruščnat kompleks, v katerem se do dna izkopa in bržkone tudi še precej globlje vrste skoraj čisti ali nekoliko ilovnati, sipki ali rahlo zasigani, drobnejši in debelejši grušči. Vmes se pojavljajo posamezno tudi večji kosi, tu in tam celo skale.



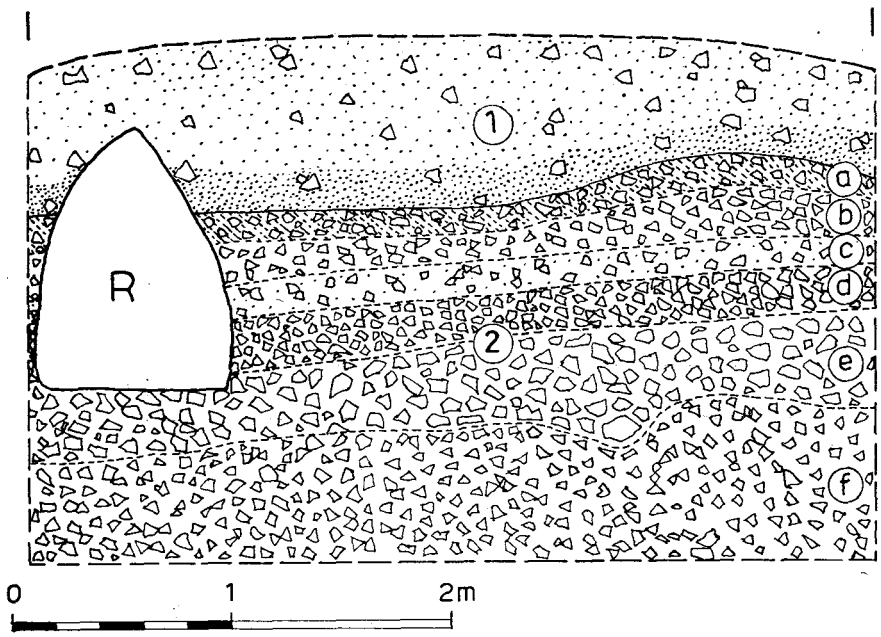
Sl. 17. Novo paleolitsko najdišče v predoru za Biospeleološko postajo (pikčasto).

A — Rov Biospeleološke postaje; *B* — zasuti podaljšek rova (omejitev s prekinjeno črto); *C* — rampa jamske železnice; *D* — skozi sedimente zgrajeni predor; *E* — cesta Postojna—Veliki Otok; *F* — pot na Sovič, levo pleistocenski vhod v jamo; I—I' in II—II' — profila.

Abb. 17. Neue paläolithische Fundstelle im Tunéll hinter der Biospeläologischen Station (punktiert).

A — Höhlengang der Biospeläologischen Station; *B* — verschüttete Verlängerung des Höhlenganges (begrenzt mit der unterbrochenen Linie); *C* — Rampe der Höhleneisenbahn; *D* — durch die Sedimente führender Tunell; *E* — Straße Postojna—Veliki Otok; *F* — Weg zum Sovičberg; links Höhleneingang im Pleistozän; I—I' und II—II' — Profile

a — V splošnem bolj droben grušč kot v ilovnati plasti nad njim, z neznatno primesjo rjavo rdečkaste ilovice. Ostro robati odkruški apnenca so malce korodirani, nekateri tudi prevlečeni z ilovnato sigasto skorjico in rahlo sprijeti. V pretežni množini nastopajo odkruški velikosti 2—5 cm. Gruščnatega dela, to je odkruškov do velikosti 3 mm, ugotovimo v vzorcu kar 87,7 %. Ostalih 12,3 % tvori ilovnati del, ki ga sestavlja 3,8 % karbonatov, 0,7 % flišnih delcev velikosti 3—0,05 mm

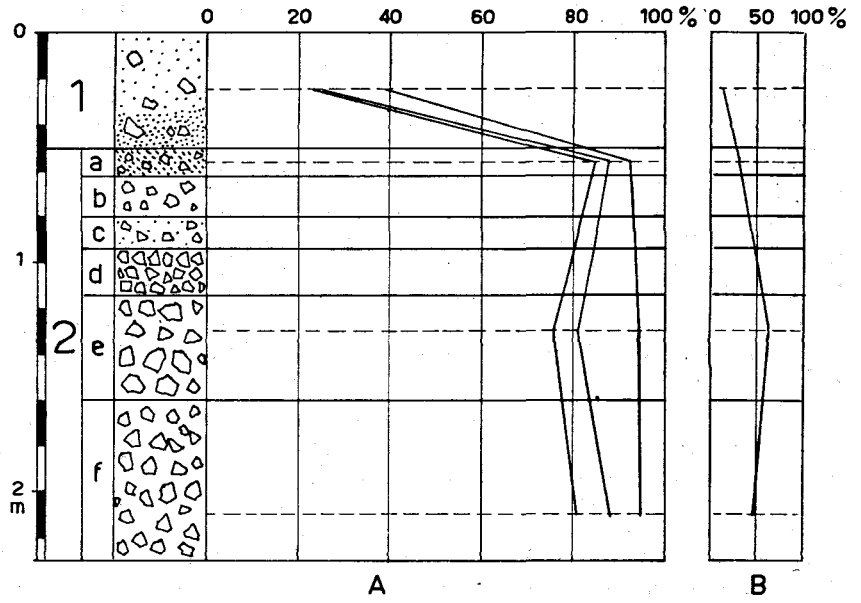


Sl. 18. Profil I—I' v predoru za Biospeleološko postajo.
1 — rdeče ilovnata, z gruščem pomešana plast; *2* — plasti gruščnatega kompleksa; *2 a* — paleolitski horizont; *R* — staro izkopani rov.

Abb. 18. Profil I—I' im Tunéll hinter der Biospeloläogischen Station.
1 — Rotlehm mit Kalkschutt; *2* — Schichten des Kalkschuttkomplexes; *3* — Paläolithhorizont; *R* — altausgegrabener Stollen.

ter 7,8 % glinenih zrn, manjših od 0,05 mm. V solni kislini raztopnih kalcijevih karbonatov zaznamujemo v ilovnatem delu 31 %. V zgornjem delu grušča se razprostira bolj ali manj sklenjena ogljena proga. Ponekod se pojavljajo kar gnezda lesnega oglja, na razpršene drobce pa naletimo povsod med gruščem, čeprav na nekaterih mestih v znatno manjši množini. Od preiskanih 53 vzorcev oglja kaže jasne znake borovca *(Pinus)* 45 drobcev. Pri 8 primerkih zaradi slabe ohranjenosti križišč strženovih žarkov ni mogoče razlikovati, ali gre za smreko *(Picea)* oziroma macesen *(Larix)*, ali pa bi bil bor. Opazni smolni ka-

nali vsekakor izključujejo jelko *(Abies)*.* Značilne so med gruščem in ogljem raztresene živalske kosti, ki zaradi razbitosti na drobno onemogočajo ožje določitve vrst. V splošnem gre za kostne ostanke raznih jelenov in morda tudi bovida (*Bos* sp.). Posebej je omeniti najdbo vretenca zelo velikega cervida (*Megaceros* sp. ?). Da takrat ni manjkalo tudi jamskega medveda (*Ursus spelaeus* Rosenm. et Heinroth), izpričuje njegov med kostnimi ostanki drugih živalskih vrst odkriti



Sl. 19. Diagrama A in B (paleolit. najdišče v predoru za Biospeleološko postajo).
A — sejalna analiza (od leve proti desni v mm: > 10, 10—3, 3—0,05, < 0,05); *B* — Karbonatna vsebina frakcije < 3 mm.

Abb. 19. Diagramme A und B (paläolithische Fundstelle im Tunell hinter der Biospeläologischen Station).
A — Siebanalyse (von links nach rechts in mm: > 10, 10—3, 3—0,05, < 0,05); *B* — Karbonatgehalt der Fraktion < 3 mm.

kanin. Če že oglje in razbite kosti pleistocenske favne opozarjajo na udejstvovanje ledenodobnega lovca, potrjujejo jamsko paleolitsko postojanko še bolj z njimi vred odkriti sileksi, obdelani kot artefakti pa tudi kot odpad pri izdelovanju kamenega orodja. Grušč predstavlja potemtakem izrazit paleolitski kulturni horizont.

b — Skoraj čist in povsem sterilen grušč, ki se po dimenzijah apnenčevih odkruškov komaj razlikuje od zgornjega grušča. Le mestoma je rahlo sprijet s sigo. Množina ilovnate primesi je tako minimalna, da jo je komaj opaziti.

* Za preiskavo oglja se zahvaljujem dr. A. Šercelju, znanstvenemu sodelavcu Sekcije za arheologijo SAZU.

c — Sterilen grušč, katerega apnenčevi odkruški se v glavnem ujemajo z zgornjimi grušči. Primes ilovice je sicer neznatna, vendar tolikšna, da jo opazimo že s prostimi očmi.

d — Skoraj čist grušč, na pogled podoben grušču *b*, vendar ves sipek in nikjer sprijet.

e — Mestoma s sigo sprijet grušč, pomešan nekoliko z rjavo rdečkasto ilovico. Pretežna množina ostro robatih in le neznatno korodiranih apnenčevih odkruškov zavzema velikost 1—5 cm, vmes pa je tudi več debelejših kosov. Grušča z zrni do 3 mm ugotovimo v vzorcu 81,1 %. Ilovnati del pa sestavlja 12,3 % kalcijevih karbonatov in 0,7 % flišnih zrn velikosti 3—0,05 mm ter 5,9 % glinenih delcev, manjših od 0,05 mm. V zgolj ilovnatem delu je v solni kislini raztopnega kalcijevega karbonata 65 %. Tu in tam se pojavljajo v grušču, toda silno poredko, posamezni neznatni fragmenti živalskih kosti. Pozornost pa vzbujajo tudi vsekakor prav redki sledovi lesnega oglja. Pri podrobnem pregledu se je pokazalo v vzorcu grušča 8 drobcev lesnega oglja, ki so se držali apnenčevih odkruškov, in 3 primerki v kepicah ilovice. Zaradi njihove neznatnosti moremo samo domnevati, da gre za les iglavcev. Kulturnih ostankov sicer ni, zdi se pa vendar upravičeno, če pričakujemo, da vsebuje tudi ta grušč nekje v bližini bolj zanesljive dokaze za paleolitsko naselitev.

f — V splošnem nekoliko drobnejši grušč kot zgoraj, pomešan z neznatno množino rjavo rdečkaste ilovice. Prevladujejo odkruški velikosti 1—4 cm, je pa vmes tudi več večjih kamnov. Ostro robati grušč je sicer korodiran, vendar so robovi odkruškov le prav malo zaobljeni. Tu in tam je rahlo sprijet s sigo. V vzorcu pripada gruščnati komponenti z zrni do 3 mm visok delež, 88 %. Ilovnato komponento sestavlja 5,7 % kalcijevih karbonatov in 1,2 % flišnih zrn velikosti 3—0,05 mm ter 5,1 % glinenih delcev, manjših od 0,05 mm. Zgolj ilovnati del vsebuje 47,5 % kalcijevega karbonata. Že pri dnu profila, pičlo nad izkopanimi tli, pod katerimi gre grušč še naprej v globino, se mestoma, toda zelo poredko, pojavljajo kostni ostanki jamskih medvedov (*Ursus spelaeus* Rosenm. et Heinroth). Tako na primer na enem mestu drug poleg drugega fragmentirana spodnja čeljustnica in ledveno vretence. Da so v grušču raztreseni tudi drobci lesnega oglja, je pokazala analiza vzorca. Od 11 ugotovljenih primerkov so izkazali vsi les iglavcev. Na bližino grušču pripadajočega kulturnega horizonta opozarja tudi v vzorcu odkriti drobec sileksa.

V prečnem profilu I—I' je skromen nagib sedimentov od desne jugovzhodne stene izkopa k levi severozahodni steni dobro zaznaven. Ko smo primerjali njihove višine pred profilom v obeh stranskih stenah izkopa, se je izkazalo, da so plasti visele prav tako že od začetka predora. Kulturni horizont 2 *a* leži na levi strani povsod nekoliko niže kakor na desni. Brž za izmerjenim profilom pa postaja nagib bolj strm. Okrog 5 m za njim visi kulturni horizont že tako močno, da se v razdalji pičlih 4 metrov poniža od desne proti levi steni izkopa že

za 1 meter. Sedimenti se v smeri predora tudi dvigajo. Kulturni horizont 2 *a*, ki leži v začetnem delu predora okrog 1 m nad dnom izkopa, ima v profilu I—I' že višino 1,60—1,80 m nad njim. Dobra 2 metra naprej doseže višino 2 m, ostane nekaj nadaljnjih metrov v tej višini, a se potem do konca, kjer zadene predor kompaktni apnenec jamske stene, nerazločno niža.

Gruščem pod glavnim kulturnim horizontom 2 *a*, kakor jih kaže profil I—I', v nadaljnjem poteku do kompaktne jamske stene nikakor ni mogoče sklenjeno slediti. Njihova debelina se menjava, videti je, kot bi se nekateri izklinjali in vrivali drugi. Čim bliže jamski steni, tem bolj se manjšajo razlike med njimi in zmerom bolj dobi ves gruščnati kompleks videz enotnosti. Rahla lokalna sprijetost gruščev, ki smo jo ugotovili v profilu, prehaja za njim v zmerom bolj obsežne brečaste tvorbe. Med petim in šestim metrom za profilom je ves gruščnati kompleks, vključno glavni kulturni horizont, že močno zasigan, in sicer na levi strani že prav do dna izkopa, medtem ko je desni spodnji del gruščev še sipek. Siga je pronicala z bližnje jugovzhodne jamske stene v grušč. Še bliže kompaktni jamski steni, pri osmem metru za profilom, je gruščnati kompleks v celoti že tako trdno sprijet s sigo, da se odkruški apnenca raje prekoljejo, kakor izločijo. S sigo zalita pa je tukaj tudi že zgornja ilovnata plast, kolikor ji je sploh še mogoče slediti, ker izginja. Nad njo se že v neposredni bližini žive jamske stene pojavi mlajša plast razmeroma drobnega grušča, ki je na desni strani izkopa sipek in nekoliko ilovnat, na levi strani pa zelo čist in malce zlepljen. Ta plast se po vsej verjetnosti že dotika jamskega stropa. Ves rov je torej popolnoma zapolnjen s sedimenti.

Iz odseka, kjer mejijo sedimenti na jamsko steno in so začeli vrtati predor že v kompaktno skalo, izvira večja množina kostnih ostankov pleistocenske favne. Jamski medved (*Ursus spelaeus* Rosenm. et Heinroth) je razmeroma dosti redek (kanin in nekaj kosti). Večji del kosti pripada bovidu (*Bos* sp.) in veliki ter manjši vrsti jelenov *(Cervidae)*, posamezne pa vrsti konja (*Equus* sp.) in najbrž volka (*Canis lupus* ?). Značilna je razbitost kosti. Še prav posebno so fragmentirane cevaste kosti. Med večjimi fragmenti zaznamujemo podolžne in prečne prelome, največ pa je drobnih trsk. Od nekaterih metakarpalnih in metatarzalnih kosti cervidov in bovida so ohranjeni samo sklepni konci. Nepoškodovana sta falang konja in petnica volka (?). Zobje so redki, razen kanina jamskega medveda smo našli samo še molar bovida in razbit premolar cervida. Precej ploščnat fragment rogovja pripada večji vrsti jelena. Mnogo kostnih fragmentov so vsestransko obglodali glodalci. Posamezni so delno ožgani ali se jih drže drobci lesnega oglja. V konkavni votlini nekega cevastega fragmenta se je ohranilo nekoliko pepela. Po vseh teh znakih ne more biti nobenega dvoma, da gre za ostanke lovskega plena, težja pa je odločitev, kateri plasti jih je prideliti. Ker so sedimenti, kot že rečeno, v bližini jamske stene brečasti, je meja med gruščnatim kompleksom in nad njim ležečo rdečo ilovnato plastjo zelo nerazločna. Če upoštevamo, da je gruščnati glavni kulturni

horizont tik pod rdeče ilovnato plastjo, bi kostni inventar lahko pripadal eni ali drugi plasti. Glavnemu kulturnemu horizontu pri vrhu gruščnatega kompleksa bi utegnile pripadati kosti iz breče. Po drugi strani pa ne smemo prezreti, da se pretežne množine kostnih ostankov drži rdeča ilovica, v kateri so raztreseni tudi ogljeni drobci. Tako bo morda bolj prav, če skupine pri jamski steni izkopanih kosti ne prisodimo glavnemu kulturnemu horizontu, temveč v celoti sledeči mlajši poselitvi jame, ko se je že tvorila rdeče ilovnata plast. Takemu naziranju ustreza popolnoma tudi prostorska zaključenost glavnega kulturnega horizonta, saj so bili zadnji v njem odkriti sileksi še vsaj 7 m oddaljeni od najdišča kosti pri jamski steni.

Kakor smo uvodno že omenili, je izkop sedimentov za predor jamske železnice dosegel že šesti meter, ko je bil v glavnem kulturnem horizontu (plast *2 a*) odkrit prvi sileks. Razsejano v vsej izkopni širini so sledile nadaljnje najdbe tega horizonta samo še nekaj nad 4 m naprej. Ko so kasneje zaradi betoniranja nekoliko razširili izkop, so se pokazali posamezni sileksi tudi še na obeh straneh začetnega dela izkopa. Brez dvoma so torej nepoučeni delavci tudi že prej izvozili iz tega odseka več sileksov z izkopanim materialom vred. Od začetka predora pa nekako do enajstega metra je glavni kulturni horizont vseboval tudi mnogo lesnega oglja, na nekaterih mestih kar zgoščeno strnjenega, drugod samo v drobcih. Izkop je prizadel potemtakem samo nekaj nad 40 m² naselitvenega prostora (glej sl. 17). Iz njega je ohranjenih 27 najdb kamenega orodja, neobdelanih odbitkov in odkruškov ter za obdelavo od drugod prinesenih surovin (sl. 20 in 21). Ta skromnost kamenega kulturnega inventarja je seveda samo navidezna in bi bila prav gotovo v znatni meri ovržena, če bi bilo možno sistematično izkopavanje po vseh pravilih.

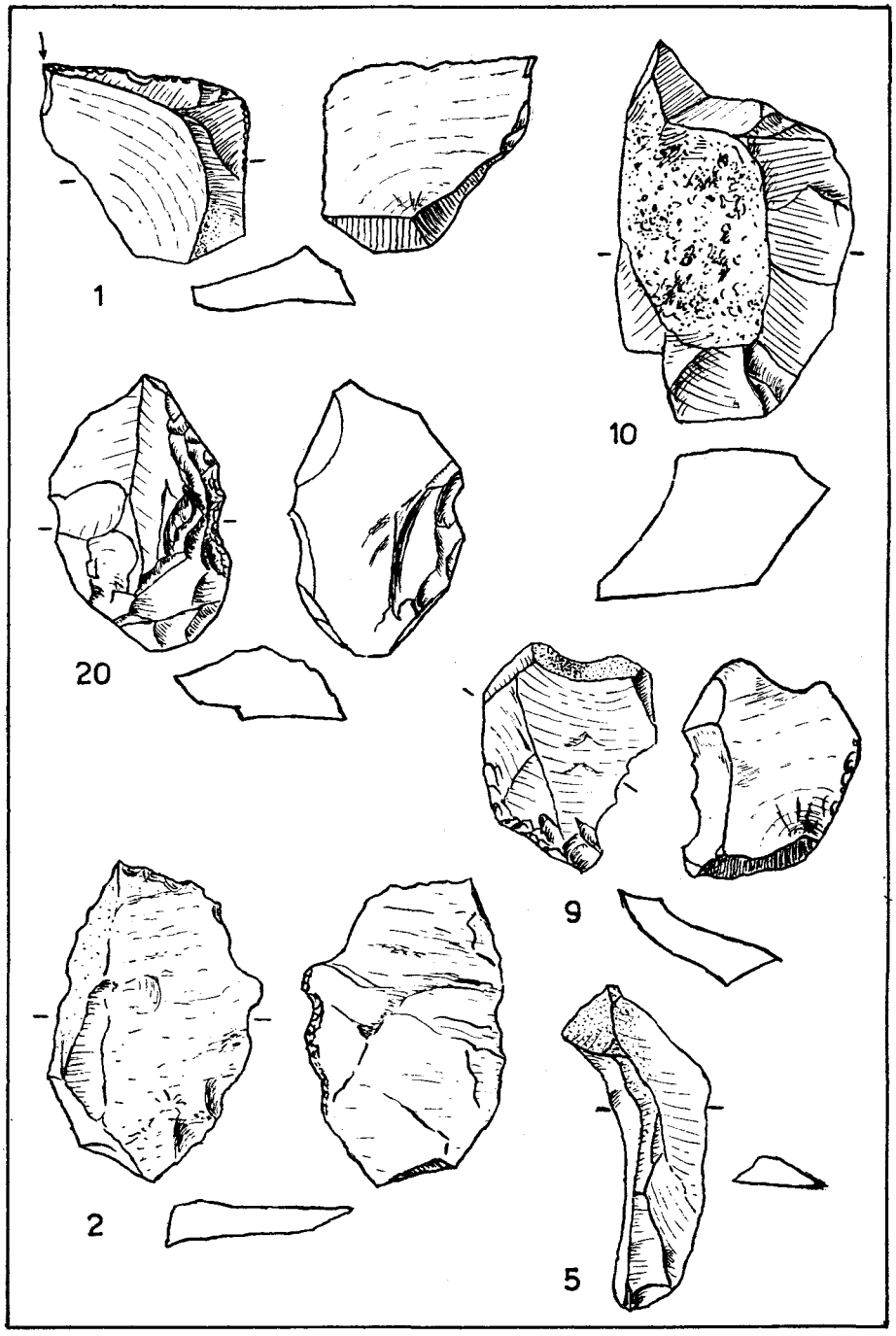
Ob vsej pičlosti kamenih kulturnih ostankov je vendar značilna velika raznovrstnost za obdelavo izbranih kamenin. Vse so izvenjamskega izvora. Približno peti del inventarja sestavljajo najdbe, ki izvirajo od prodnikov sekundarnih flišnih naplavin Pivške kotline (n. pr. Črnega potoka in drugod). V vseh primerih gre za rožence. Dva primerka je pripisati zelenkasto sivemu, delno tudi svetlo rjavemu, plastovitemu rožencu, po enega pa temno sivemu, marmoriranemu in svetlo rjavo patiniranemu rožencu. Večina najdb pa pripada gomoljem raznih sileksov, ki jih voda ni transportirala. Štiri ali pet primerkov iz črnega kresilnika prisodimo lahko istemu gomolju. Iz manjše grude sprijetega grušča izvira šest sivo belo patiniranih kosov, ki jih je prav tako pripisati istemu gomolju. Vsaj dvema zelo podobnima gomoljema pripadajo štirje primerki in spet najmanj dvema gomoljema je prisoditi še nadaljnjih sedem belkasto temnosivo patiniranih sileksov. Primarno ležišče uporabljenih gomoljev ni znano, iz bližnje okolice prav gotovo niso, pač pa morebiti celo iz večjih daljav.

Ostanki matične skorje so zaznavni tako na kosih iz prodniških rožencev kakor tudi v večji ali manjši debelini na mnogih drugih sileksih. Bolj ali manj patinirani so brez izjeme vsi primerki, v znatnejši

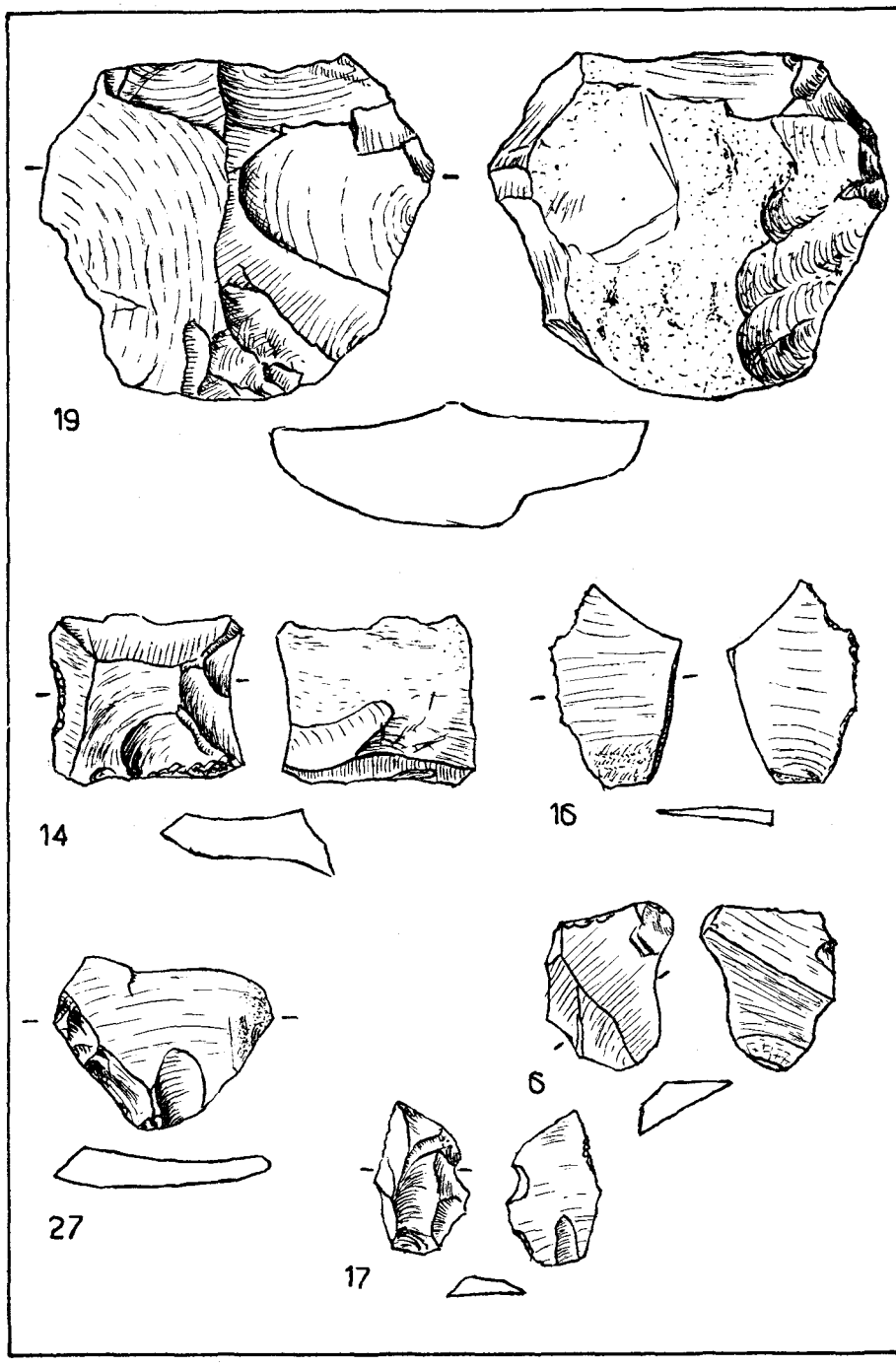
meri zlasti odbitki od gomoljev sivega sileksa. Na teh je barva patine motno bela.

V inventarju zaznamujemo razen povsem neizrabljenega roženčevega prodnika (inv. št. 13) samo dvoje že do skrajnosti izrabljenih jeder. Zadnji odbitki od jedrastega kosa motno belosivo patiniranega sileksa (sl. 20, inv. št. 10) že niso dosti presegli dolžine centimetra, a tudi jedro iz prodniškega roženca (sl. 21, inv. št. 19), na katerem se poznajo na ventralni strani negativi večjih širokih odbitkov, je že toliko stanjšano, da nadaljnja izraba ni bila več mogoča. Kakor vse kaže, za izdelovanje artefaktov količkaj primernega materiala ni bilo na pretek. Jedra iz roženca bržkone prav zato niso zavrgli. Uporabljati ga je bilo mogoče še naprej kot orodje z dvojno funkcijo. Dorzalni rob je na dveh mestih podoben praskalu, delno pa so ga mogli uporabiti tudi kot strgalo. Ali je bilo obrobje jedra prirejeno v ta namen šele naknadno, je dvomljivo. Izključeno bi namreč ne bilo, da predstavljajo retuše obeh praskal in strgalnega roba samo zadnje sledove že vnaprej za odbijanje prepariranega jedra.

Ves nadaljnji inventar sestavljajo maloštevilni artefakti, odbitki in odcepki ter odlomki in odkruški. Med dovršene izrazite artefakte je šteti koničasto strgalo s konveksnim delovnim robom (sl. 20, inv. št. 20), ki vsaj po videzu v določeni orientaciji spominja tudi na ročno konico. Gre za širok odbitek temno sivega sileksa, ki je po vsej površini in domala skoz in skoz motno sivobelo patiniran. Os odbitka oklepa z dorzalnim osrednjim grebenom poševni kot, prav tako se stikata v poševnem kotu tudi robova ob obeh straneh osrednjega grebena. Udarni ploskvi nasproti ležeči delovni rob je stopnjevito retuširan skoraj po vsej dolžini. Za dorzalno stran je tudi značilna ploskovna retuša vsega bazalnega dela. Sicer gladka ventralna ploskev je ob čebulici izbita. Z gladko udarno ploskvijo oklepa kot, ki je nekoliko večji od 90°. Domala pravokotno se križata tudi os nastanka in os udarne ploskve. Da je bil artefakt izdelan v jami prav na mestu, kjer je ležal, izpričujejo iveri iz enakega sileksa (inv. št. 21—23), odkrite z njim vred v pest debeli kepi gruščevega sprimka. Dosti bolj preprosto je konveksno strgalo, prirejeno na širokem krhljastem obrobnem odbitku iz roženca (sl. 20, inv. št. 2). Skoraj vso dorzalno stran pokriva še matična skorja prodnika. Na udarni ploskvi so vidne naknadne retuše, z ozko dolgo retušo je malce omiljena tudi izboklina bulbusa. Ventralno je drobno retuširan tudi nekoliko nazobčani konveksni delovni rob. Spet na ročno konico spominja širok odbitek iz črnega kresilnika, čeprav gre dejansko samo za koničasto ostrokotno strgalo z ravnim delovnim robom (sl. 20, inv. št. 1). Ta prehaja na enem koncu v skromno praskalce, na drugem pa v vsekakor namerno kot ogelno vbadalce (?) oblikovano konico. Medtem ko je strgalni rob drobno retuširan na dorzalni strani, preskoči retuša takoj za konico na ventralno stran. Udarna ploskev je gladka in oklepa s prav tako gladko ventralno ploskvijo kot okrog 120°. Od istega kresilnika izvira rahlo konkavno strgalo pravokotniške oblike (sl. 21, inv. št. 14). Na



Sl. 20. Paleolitska kamena industrija iz predora za Biospeleološko postajo v Postojnski jami. Nar. vel. — Abb. 20. Paläolithische Steinindustrie aus dem Tunell hinter der Biospeläologischen Station in der Postojnska jama. Nat. Gr.



Sl. 21. Paleolitska kamena industrija iz predora za Biospeleološko postajo v Postojnski jami. Nar. vel. — Abb. 21. Paläolithische Steinindustrie aus dem Tunell hinter der Biospeläologischen Station in der Postojnska jama. Nat. Gr.

dorzalni strani bazalno izretuširani delovni rob se konča s konico, ki ji terminalno leži nasproti konica desnega roba. Med konicama levega stranskega roba je opaziti rabne retuše. Gladka udarna ploskev oklepa z osjo odbitka kot 90°, z ventralno ploskvijo pa okrog 120°. V nadaljnjem motno sivobelo patiniranem širokem odbitku vidimo spet konveksno strgalo (sl. 20, inv. št. 9). Medtem ko je njegova dorzalna stran skoraj gladka in le plitvo poglobljena, je podolžni, desnemu robu primaknjeni greben na ventralni strani prav izrazit. Drobno retuširan je na ventralni strani ves levi rob, konkavni desni pa naravno dentikuliran. Kot med osjo strgala (odbitka) in nekoliko retuširano udarno ploskvijo je poševen, kot med ventralno in udarno ploskvijo pa nekaj večji od 90°. V terminalni naravni izjedi je gomoljeva matična skorja še ohranjena. Da je bil fragmentirani široki odcepek iz črnega kresilnika (sl. 21, inv. št. 16) v rabi, razodevajo razen manjše izjede tudi strme rabne retuše vsega ohranjenega delovnega roba. Tudi pri tem odcepku je kot med ventralno in udarno ploskvijo znatno večji od 90°. Na ozka rezila samo spominja robni odbitek belosivo patiniranega sileksa brez posebnih retuš (sl. 20, inv. št. 5). Ostanki matične skorje gomolja so se ohranili tako na njegovem terminalnem kakor tudi na bazalnem koncu. Kot med udarno in ventralno ploskvijo je spet večji od 90°. Razen manjših širokih luskastih odcepkov (inv. št. 3, 7, 8, 12 in 23), ki so odpadli pri luščenju gomoljev in retuširanju artefaktov, je posebej omeniti nekoliko fragmentirani in brez dvoma rabljeni večji odcepek (sl. 21, inv. št. 27). Na njegovi dorzalni strani opazimo retuše tik ob udarni ploskvi in po levem robu, ki se je končal najbrž s konico. Dokaz, da je bil izrabljen tudi odpad, vidimo v mikrolitskem lamelarnem odcepku iz motno sivobelo patiniranega sileksa (sl. 21, inv. št. 17). Njegovo terminalno konico so z retušami naknadno zaostrili, desni stranski rob pa dentikulirali. Zaradi popolnosti omenimo končno še 4 odlomke sileksov (inv. št. 4, 6, 18 in 26) ter 6 odkruškov (inv. št. 11, 15, 21, 22, 24 in 25).

V naslednjem seznamu celotnega kamenega inventarja navajamo poleg inventarne številke značaj in material najdb ter v milimetrih zapored njihovo dolžino, širino in višino ali debelino.

Inv. št. 1. Ostrokotno ravno strgalo. Clactonienski odbitek. Črn kresilnik. Izmera glede na os odbitka 25,3 : 25,9 : 6,9; po funkciji 30,1 : 24,2 : 6,9. (Sl. 20; 1.)

Inv. št. 2. Krhljasto konveksno strgalo. Zelenkasto siv in svetlo rjav roženec. Izmera glede na os odbitka 38,5 : 25,5 : 8,2; po funkciji 43,5 : 26,4 : 8,2. (Sl. 20; 2.)

Inv. št. 3. Luskast širok odcepek. Belkasto sivo patiniran sileks. 14,3 : 21,5 : 5,5.

Inv. št. 4. Odlomek. Belkasto sivo patiniran sileks. 9,8 : 15,6 : 4,5.

Inv. št. 5. Clactonienski robni odbitek, navidezno podoben ozkemu rezilu. Belkasto sivo patiniran sileks. 42,5 : 13,6 : 7,9. (Sl. 20; 5.)

Inv. št. 6. Odlomek. Sivobelo patiniran sileks. 20,5 : 19,9 : 7,5. (Sl. 21; 6.)

Inv. št. 7. Luskast širok odcepek. Sivo patiniran sileks. 18,9 : 15,9 : 2,5.
Inv. št. 8. Luskast širok odcepek. Marmoriran roženec. 10,0 : 13,3 : 1,4.
Inv. št. 9. Konveksno strgalo. Clactonienski odbitek. Sivobelo patiniran sileks. 28,2 : 24,1 : 6,2. (Sl. 20; 9.)
Inv. št. 10. Ostanek jedra. Sivobelo patiniran sileks. 33,2 : 33,9 : 19,7. (Sl. 20: 10.)
Inv. št. 11. Odkrušek. Sivobelo patiniran sileks. 23,3 : 19,5 : 14,9.
Inv. št. 12. Luskast širok odcepek. Siv progast roženec. 11,2 : 20,5 : 2,2.
Inv. št. 13. Neizrabljen prodnik. Svetlo rjavo patiniran roženec. 34,0 : 30,5 : 34,0.
Inv. št. 14. Rahlo konkavno strgalo. Clactonienski odbitek. Črn kresilnik. 20,9 : 24,8 : 7,7. (Sl. 21; 14.)
Inv. št. 15. Odkrušek. Črn kresilnik. 18,3 : 9,8 : 15,6.
Inv. št. 16. Luskast širok clactonienski odcepek, fragmentiran, z rabno retušo. Črn kresilnik. 23,0 : 18,0 : 4,7. (Sl. 21; 16.)
Inv. št. 17. Koničast lamelaren odcepek, retuširan mikrolit. Belkasto sivo patiniran sileks. 19,9 : 11,2 : 2,7. (Sl. 21; 17.)
Inv. št. 18. Odlomek. Belkasto sivo patiniran sileks. 16,8 : 12,6 : 3,5.
Inv. št. 19. Jedro, izrabljeno morda še kot praskalo in strgalo. Temno siv roženec. 49,8 : 50,4 : 16,5. (Sl. 21; 19.)
Inv. št. 20. Koničasto konveksno strgalo. Clactonienski odbitek. Sivobelo patiniran sileks. 25,0 : 37,5 : 11,0. (Sl. 20; 20.)
Inv. št. 21. Odkrušek. Sivobelo patiniran sileks. 24,4 : 16,8 : 8,4.
Inv. št. 22. Odkrušek. Sivobelo patiniran sileks. 14,4 : 12,6 : 4,6.
Inv. št. 23. Širok luskast odcepek. Sivobelo patiniran sileks. 10,4 : 17,8 : 3,1.
Inv. št. 24. Odkrušek. Sivobelo patiniran sileks. 7,2 : 8,9 : 1,4.
Inv. št. 25. Odkrušek. Sivobelo patiniran sileks. 11,8 : 4,5 : 2,1.
Inv. št. 26. Odlomek. Belkasto sivo patiniran sileks. 12,8 : 12,5 : 3,6.
Inv. št. 27. Retuširan odcepek. Belkasto sivo patiniran sileks. 24,6 : 29,5 : 4,8. (Sl. 21; 27.)

Vrednotenje kulturne pripadnosti obravnavanega glavnega kulturnega horizonta s statističnimi metodami bi bilo zaradi prepičlih ostankov kamene industrije precej jalovo početje. Kljub vsemu pa je izpovedna moč ostaline, ne samo izrazitih artefaktov, temveč z vsem odpadom vred, tolikšna, da je moč izraziti mnenje o pripadajoči kulturni stopnji. Popoln izostanek ozkih dolgih rezil in vseh drugih mlajšepleistocenskih elementov je vsekakor nadvse značilen. Takó nobena stopnja mlajšega paleolitika ne prihaja v poštev. Po drugi strani pa so med sicer maloštevilnimi izrazitimi artefakti zastopana tako rekoč izključno samo strgala raznih tipov, ki so za moustériensko kulturno stopnjo naravnost tipična. Če se dvojica teh strgal oblikovno že močno približuje moustérienskim ročnim konicam, je splošni moustérienski značaj industrije s tem še bolj poudarjen. Povsem v skladu z njim so dosledno samo široki odbitki in odcepki, tudi najmanjši, uporabljeni ali ne. Razmeroma pogostni clactonienski odbitki niso v raznih moustérienskih pa tudi še kasnejših industrijah nobena red-

kost. Pojavljajo se pri nas (razen še v drugih najdiščih v več horizontih tudi v Betalovem spodmolu) pa tudi drugod, na primer v industriji iz jame Repolust pri Peggauu na Štajerskem, kjer srečamo tudi našim nepravim ročnim konicam zelo podobne ročne konice (M. Mottl, 1951, tab. II, 12, tab. V, 43). Na levalloiško tehniko bi morda opozarjalo vnaprej za odbijanje pripravljeno jedro, toda izrazito fasetiranih udarnih ploskev nismo zasledili na odbitkih v nobenem primeru.

Za ožjo opredelitev v okviru moustériena se naslonimo na stratigrafsko lego kulturnega horizonta in primerjavo z datiranimi podobnimi najdbami iz bližnjih paleolitskih postaj. Zelo podobno, vendar neprimerno bogatejšo kameno industrijo poznamo iz zgornjih plasti IV. horizonta v Betalovem spodmolu. Tamkajšnjo v dveh ali treh stratumih nastopajočo tako imenovano *D* industrijo moremo brez pridržka primerjati z našo industrijo. Ne glede na tipološko sorodnost, s poudarkom na strgalih, že splošna dokaj skromna velikost artefaktov in odbitkov povsem ustreza, a tudi v izbiri obdelovalnega materiala so precejšnje vezi, saj se pojavi sicer redki črni kresilnik tu kakor tam. Po splošnem vtisu in v popolnem skladu z geološkim tolmačenjem, po katerem pripadajo zgornje plasti IV. horizonta že zelo končnim fazam würmskega poledenitvenega sunka I, smo tamkajšnjo moustéroidno *D* industrijo prisodili končnemu moustérienu (S. Brodar, 1956, 741, 742). Prav tako se zdi v Parski golobini še najbolj sorodna moustéroidna kamena industrija v plasti 5, ki jo F. Osole (1961, 481) tudi primerja z *D* industrijo Betalovega spodmola in časovno prisoja koncu druge polovice würma I (isti, 1961, 487). Če potemtakem narekuje že sama primerjava kulturnih ostankov, da pridelimo kameno industrijo iz predora za Biospeleološko postajo finalnemu moustérienu, je po drugi strani za to merodajna tudi približno enaka starost sedimentov, iz katerih najdbe izvirajo. Tudi tukaj leži moustérienska industrija že v vrhnjem delu krioklastičnega gruščnatega kompleksa (*2 a*), ki ga smemo po stratigrafski situaciji imeti za efekt würmskega sunka I, na meji k rdečeilovnati plasti *1*, o kateri glede na sestavo in vsebino ni dvomiti, da se je odlagala v würmskem interstadialu I/II.

Pri izkopu v predoru za Biospeleološko postajo so se pokazali, kakor smo omenili že spredaj, razen horizonta finalnega moustériena tudi še sledovi starejših in mlajših paleolitskih jamskih obiskovalcev. Pri dnu würmu I prisojenega gruščnatega kompleksa, ki pa v celoti še ni izkopan, izdaja v plasti *2 f* z lesnim ogljem in kostnimi fragmenti jamskih medvedov odkriti drobec sileksa horizont starejšega, bržkone že razvitega moustériena. Nekoliko mlajši, vendar še zmerom starejši od finalnega moustériena je horizont, ki ga v srednjem delu istega kompleksa, v gruščnati progi *2 e* nakazuje raztreseno oglje. S tema horizontoma utegnejo imeti zvezo tudi maloštevilni netipični, toda vsekakor moustérienski odbitki iz vrhnjega dela plasti *4* pri Slonovi glavi. Grušč, v katerem so ležali ti odbitki, se je odlagal v najbližjem sosedstvu tamkajšnjega najdišča še pred zadnjimi fazami würma I,

presedimentiral pa se je z odbitki vred konec würma I ali celo, ker se z njim že meša rdeča ilovica, šele v sledečem interstadialu I/II. Upravičenost domnevane zveze se bo še bolj pokazala, ko bomo v nadaljnjem videli, da je bil dostop do Slonove glave najkrajši in najlažji prav preko najdišča v predoru za Biospeleološko postajo.

V območju predora za Biospeleološko postajo pa so se paleolitski lovci ustavili tudi še po finalnem moustérienu. Čeprav kulturni izdelki v omenjenem izkopnem odseku manjkajo, so priče za to razbite kosti mlajšepleistocenske favne in zlasti še sledovi kurišč v rdečeilovnati, würmskemu interstadialu I/II pripadajoči plasti *1*. Njihove ožje kulturne pripadnosti sicer ne moremo določiti, glede na stratigrafsko datacijo plasti pa je upravičena domneva, da gre za sledove lovcev že mlajšega paleolitika, ki so še kasneje, po vsej verjetnosti v würmu II, preko najdišča za Biospeleološko postajo spet prodrli do Slonove glave (plast *2*).

Ugotovljeni horizonti, ki navzočnost ledenodobnega človeka nedvomno izpričujejo, so bili spočetka povsem zagonetni, ker po današnjih jamskih razmerah dostop do najdišča od nikoder ni bil mogoč. Premotriti je zato treba možnosti vstopa v kasneje s sedimenti popolnoma zatrpani jamski prostor.

Po vsem že spredaj povedanem je evidentno, da prereže umetni predor s sedimenti povsem izpolnjeno jamsko evakuacijo. Severozahodno in jugovzhodno od predora se sedimenti še nadaljujejo in z njimi vred tudi naznačeni kulturni horizonti. Posebno glavni kulturni horizont še daleč ni izčrpan in ima prav gotovo še znatno večji obseg, ugotovljeni sledovi starejših poselitev in tudi zadnje mlajše poselitve pa utegnejo imeti večjo koncentracijo bodisi nekje severno bodisi južno od izkopanega predora. Po okolnostih, ki jih narekuje talni načrt Postojnske jame (glej sl. 15 in 17), je zveza z jamskim rovom Biospeleološke postaje nadvse očitna. Ta je bil prvotno dosti bolj širok in je segal tudi znatno dalj na jug. Ko se je kasneje zapolnjeval s sedimenti, so ti končno dosegli nizko segajočo stropno gubo. Tako sta nastali dve ločeni konvakuaciji, ki sta se polnili še naprej. Vzhodna se je sčasoma povsem zatrpala s sedimenti, skozi katere gre sedanji umetni predor. Ko so Italijani gradili železniško rampo, so na te sedimente prav gotovo zadeli in jih odkopali, niso pa opazili njihove paleolitske vsebine. Tako je sedaj razumljiva neposredna zveza med leta 1951 spoznanim paleolitskim najdiščem pri Slonovi glavi in novo odkritim najdiščem v predoru. Pot od novega najdišča proti severu skozi Biospeleološko postajo do Slonove glave je bila razmeroma kratka, saj je tamkajšnje najdišče dosegla v zračni črti že po 135 m. Ob tem spoznanju pa se je treba vprašati, ali so ledenodobni lovci hodili po tej poti od Slonove glave k novemu najdišču v predoru ali obratno. Splošno pa tudi, kje je bil vhod v Postojnsko jamo za časa pleistocena.

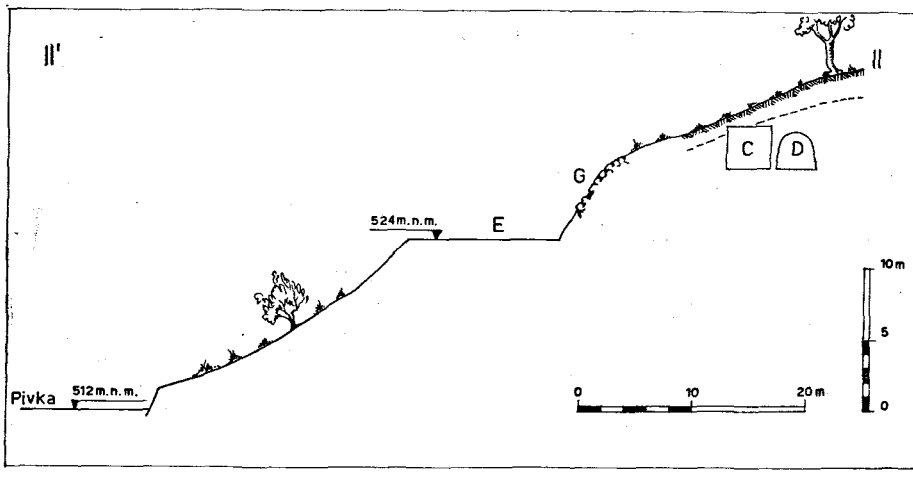
Srednjeveški podpisi na stenah Imenske jame izpričujejo obiske Postojnske jame že pred 600—700 leti. V jamo so vstopali skozi manjšo

vhodno odprtino, levo poleg današnjega z velikimi železnimi vrati zaprtega glavnega vhoda, ki je bil tedaj še ves zatrpan s sedimenti. Takrat in še dolgo potem je bil obiskovalcem dostopen samo tako imenovani stari del jame, Velika dvorana in seveda tudi Imenska jama. Nihče tedaj ni niti slutil, da se nad prepadno steno Velike dvorane skriva obsežno nadaljevanje jame. »Novo« jamo je odkril šele leta 1818 jamski vodnik Luka Čeč iz Postojne. S pleistocenskimi naplavinami in zlasti z grušči zadelani današnji glavni vhod pa so razkrili še kasneje, leta 1866. Med okupacijo so Italijani zgradili poleg upravnega poslopja še umeten dostop k jamski železniški postaji.

Oba naravna vhoda sta bila v pleistocenu vsekakor odprta. Zato je zelo verjetno, da so uničili, ko so odmašili glavni vhod, mnogo paleolitskih sledov, ki jih takrat niso mogli prepoznati. Pleistocenski lovci so brez dvoma prodrli tudi naprej v notranjost jame, vendar so brez posebnih ovir lahko prišli samo do Velike dvorane in v Imensko jamo ter kvečjemu še morda v rov podzemeljske Pivke ob zelo nizkem stanju vode. Prehod v »Novo« jamo bi jim bil mogoč samo, če bi preplezali visoko in strmo severno steno Velike dvorane. Izjemnega takega podviga seveda ne moremo povsem izključiti, saj je borba z naravo usposobila tedanjega človeka za premagovanje ovir tudi v najtežjih okoliščinah. Prav gotovo pa stalno ni plezal čez steno, ko je spravljal naprej v jamo les za kurjavo in nosil bodisi v jamo ali iz nje lovski plen in druge potrebščine. Stalen prehod čez prepadno steno ni mogoče prisoditi niti jamskemu medvedu, jamski hijeni in drugim zverem, kaj šele parkljarjem in kopitarjem, katerih kostne ostanke je najti še globoko v notranjosti »Nove« jame. Zato je bilo že pri odkritju paleolitskega najdišča pri Slonovi glavi najbolj zagonetno, od kod in po kateri poti je človek prišel do te postojanke. Edina razlaga so bili še drugi neznani in najbrž že zasuti vhodi v Postojnsko jamo. Še bolj pereče je bilo to vprašanje takoj ob odkritju paleolitskega najdišča v novem predoru jamske železnice. Pot preko prepadne stene Velike dvorane do Slonove glave in nato po stranskem rovu Biospeleološke postaje se je zdela preveč težavna in zamotana, da bi mogla ustrezati vsakdanjim potrebam lovca. Vhod v jamo je moral biti nekje v bližini, toda kje?

Naključilo se je, da lahko odgovorimo na to vprašanje. Ko sta M. Brodar in R. Gospodarič nadzorovala izkop za novi predor, sta pregledala tudi vse v poštev prihajajoče nadjamsko površje in pri tem tudi obcestni rob krednega apnenca pred rampo jamske železnice. Dobrih 50 m pred stopniščem, ki vodi na ploščad jamske restavracije, ob cesti levo od stopnic poti na Sovič sta ugotovila prekinitev sicer sklenjenih apniških skladov. V strmem pobočju nad cesto je videti 6—10 m širok pas breče, ki ji je mogoče slediti približno do rampe jamske železnice, pokrite z zemljo (glej sl. 17 in 22). Vsaj na zahodni strani meji razločno na kompaktno apnenčevo steno. Oglati kosi apnenčevega grušča so trdno zlepljeni. Tik ob cesti je pri dnu sprimka razgaljen tudi debelejši grušč, pomešan z rdečkasto ilovico.

Že na prvi pogled se ni mogoče obraniti vtisa, da gre za sedimente jame, katere strop se je v začetnem delu že razkrojil in razpadel. Da so vhodi mnogih kraških jam pomaknjeni že daleč nazaj, smo ugotovili na primer pred Betalovim spodmolom pri Zagonu, vidimo pa to tudi pred Parsko golobino pri Pivki in drugod. Posebno izrazit je ta pojav nedaleč od nahajališča breče pred vhodom v Hauptmanov kevder. V obsegu razprostranjenosti breče je bil v pleistocenu potemtakem tudi tukaj večji vhod v podzemeljsko jamo, ki se je z gradivom



Sl. 22. Prerez II—II' (gl. sl. 17).
C — rampa jamske železnice; *D* — predor skozi sedimente; *E* — cesta Postojna—Veliki Otok; *G* — breča, zasuti pleistocenski vhod v jamo.

Abb. 22. Querschnitt II—II' (vergl. Abb. 17).
C — Rampe der Höhleneisenbahn; *D* — durch die Sedimente führender Tunell; *E* — Straße Postojna—Veliki Otok; *G* — Brekzie, verschütteter pleistozäner Höhlencingang.

razkrušenega stropa v zadnji poledenitveni fazi zaprl. Naknadno zlepljeni grušč je prekril starejše jamske sedimente.

Ker se breča močno približa rampi jamske železnice in so takrat, ko so je gradili, že prerezali jamske sedimente, na kar opozarja tudi obzidanost rampe, brez pridržka lahko trdimo, da je tukaj skozi kasneje razrušeni, sedaj z brečo prekriti jamski vhod vodila nekoč pot do paleolitskega najdišča v umetnem predoru, od tam naprej pa sklenjeno skozi rov Biospeleološke postaje do že pred leti odkritega paleolitskega nahajališča pri Slonovi glavi ter še naprej po »Novi« jami na obe strani, tako proti Veliki gori (Kalvariji) kakor tudi proti današnjemu glavnemu vhodu do prepadne stene Velike dvorane. Na mestu breče je bil v pleistocenu za ljudi in živali glavni vhod v Postojnsko jamo. Nočemo pa s tem zanikati drugih še možnih vstopov, ki jih ne poznamo, ker so zasuti. Ostanki jamskega medveda za Veliko goro

(glej str. 85) očitno niso bili naplavljeni, so pa vendar tudi od glavnega pleistocenskega vhoda okrog 2 km (v zračni črti okoli 1,5 km) oddaljeni, pri čemer je upoštevati še višinske razlike rovov in težke prehode.

Paleolitski lovci so se na mestu novo zgrajenega predora zadrževali zaradi neposredne bližine pleistocenskega glavnega vhoda pri popolni dnevni svetlobi. Ta je brez dvoma segala še precej daleč naprej v Biospeleološko postajo. Življenjski prostor je bil vsekakor zelo obsežen. Sistematično raziskovanje bi prav gotovo odkrilo bogatejše kulturne ostanke, ne samo glavnega kulturnega horizonta, temveč tudi starejših in mlajšega. Vendar bi bilo izkopavanje iz Biospeleološke postaje v smeri proti betonski steni železniškega predora zaradi velikih tehničnih težkoč (izredna zasiganost v Biospeleološki postaji. težaven odvoz izkopanega materiala itd.) silno drago in zato komaj izvedljivo. Sedimenti med predorom in železniško rampo so pri današnjem stanju sploh nedostopni, na mestu rampe pa že uničeni. Edino prostor med rampo in cesto, ki ga označuje breča, prihaja v obsegu pičlih 100 m² za nadaljnje paleolitsko raziskovanje še v poštev. Na tem mestu je bil za časa starejših naselitev vhod v jamo, kasneje pa, ko se je ta pomaknil že nazaj, neposredni predjamski prostor, ki ga je paleolitski lovec navadno izkoristil v polni meri. Zato je verjetnost zelo velika, da prekriva breča tako starejše kakor tudi mlajše kulturne horizonte. Ker bi se z njihovo preučitvijo poznanje doslej dosti skromnega paleolitika turistično tako pomembne Postojnske jame brez dvoma zelo izpopolnilo, je le želeti, da se v bližnji bodočnosti razkrijejo in raziščejo.

Sklepna diskusija

Stratigrafskih ugotovitev in opazovanj, ki smo jih dobili s sondiranji in izkopavanji na raznih mestih Postojnske jame in njenega sistema, se je nabralo že toliko, da v splošnem pregledu lahko predočimo in ocenimo njene sedimente. Čeprav smo živo skalno osnovo pri izkopih dosegli samo v izjemnih primerih (Imenska jama), je prav malo verjetno, da bi razen ugotovljenih sedimentov nastopali v jami še kateri, ki bi jih ne bilo mogoče prilagoditi doslej spoznanim. V poglavitnih potezah je treba razlikovati alohtoni *flišni zasip*, paravtohtone *flišne ilovice*, paravtohtone bolj ali manj *rdeče ilovice*, avtohtone *sige* ter prav tako avtohtone apnenčaste in sigove *grušče*, ki se pojavljajo samostojno ali pa so v večji in manjši meri primešani ilovicam.

Flišni zasip. Že pred več leti smo v razvoju kraških jam Pivške kotline, ki ji pripada tudi Postojnska jama, ločili in utemeljili štiri glavne faze (S. Brodar, 1952, 49—51 in 71—73). Površinske kraške vode so vsaj že konec mlajšega pliocena začele odtekati v podzemlje in ustvarjati jamske evakuacije. Globinsko erozijo so pospeševala znatna epirogenetska dviganja, ob začasnih zastojih pa se je uveljav-

ljala tudi bočna erozija, ki je v določenih nivojih širila evakuacije, tvoreč s tem drugo pod drugim ležeča jamska nadstropja. Po izsledkih v Betalovem spodmolu (S. Brodar, 1956), v Otoški jami (S. Brodar, 1951 a) in tudi drugod se je globinska erozija do srednjega pleistocena že približala nivojem, po katerih teče voda danes ali jih je ponekod celo presegla. Za časa dolgo trajajoče glavne erozijske faze so se v jamskih nadstropjih prav gotovo odložili tudi sedimenti, ki so jih pa razni naravni činitelji že takrat odstranjevali v tolikšni meri, da so se njihovi ostanki ohranili samo izjemno in le mestoma, tako na primer v Betalovem spodmolu nad pol metra debela kristalasta siga na stenah in kot obloga vodnega korita (S. Brodar, 1956, 738), medtem ko v Postojnski jami takih ostankov zaradi preplitvih izkopov za sedaj še ne poznamo.

Veliki erozijski fazi je sledila faza mogočne akumulacije. Zaradi tektonske dejavnosti ali iz klimatskih vzrokov, morda tudi zaradi kombiniranega delovanja obeh in še drugih činiteljev, se ni napolnila s flišnimi naplavinami samo Pivška kotlina, temveč so se z njimi polagoma zamašile tudi obrobne jamske evakuacije. Če upoštevamo, da so bili kredni apnenci širšega teritorija tedaj še v znatni meri prekriti s primarnimi flišnimi sedimenti, sta razsežnost in debelina flišnega zasipa prav lahko razumljivi. Do kam je segala zgornja meja akumuliranih naplavin, točno ne vemo. V Betalovem spodmolu se je nekoč mnogo znatnejši flišni zasip ohranil kot ostanek na stenskih policah do nadmorske višine 533 m (S. Brodar, 1956, 738, sl. 1). V Otoški jami ga zaznamujemo v debelini nad 20 m med 504. in 528. metrom (S. Brodar, 1951 a), medtem ko dosega v Jami brez imena, nad delavnico uprave Postojnske jame, višino 539 m. Ta jama kakor tudi bližnji Hauptmanov kevder (543 m) sta sedaj samo še močno deformirana ostanka starejših etaž postojnskega jamskega sistema. Vsekakor je več kot verjetno, da je nivo prvotnega flišnega zasipa presegal povsod in morda celo precej višino 540 m. Višek akumulacije je bil bržkone dosežen še pred koncem mindelsko-riškega interglaciala.

V naslednji mlajši erozijski fazi, ki jo je utegnil sprožiti splošen dvig Pivške kotline, so se tekoče vode razmeroma naglo urezovale v flišni zasip. Le malo odporne flišne naplavine so sproti odnašale skozi nekdanje jamske rove. V Betalovem spodmolu so jih erodirale do višine 528 m, v zatišnih legah više ležečih stenskih polic pa so se, kot že rečeno, ohranili njihovi ostanki. Čeprav so se s flišnim zasipom zapolnjena jamska nadstropja zmerom bolj izpraznjevala, je vendar v nekaterih obležalo še mnogo flišnega gradiva, in to ne samo na policah, temveč celo v stropnih vdolbinah. Nekateri jamski rovi so ostali sploh zatrpani, ponekod pa si je voda poiskala pod flišnim zasipom odtočne poti, po katerih je tekla že nekoč. Ker je postojnski del Pivške kotline ob obilnih padavinah še danes široko poplavljen, si ni težko predstavljati bolj ali manj stalnih plitvih jezer že za časa velike akumulacijske faze kakor tudi še potem v mlajši erozijski fazi. Tako tedanje okolje

dokazujejo prepričljivo ostanki povodnega konja (*Hippopotamus pentlandi* H. v. Meyer), ki so jih pred več kot sto leti našli v sedimentih Postojnske jame ali njene najbližje okolice. Časovno razmeroma kratka mlajša erozijska faza se je začela bržkone šele proti koncu mindelsko-riškega interglaciala ali najkasneje v začetku riške poledenitve (I. Rakovec, 1954, 310). Od takrat so se v jamah kopičili na ostankih erodiranega flišnega zasipa samo avtohtoni in paravtohtoni mlajši pleistocenski in holocenski sedimenti.

V Postojnski jami nastopajo v še ne preloženih ostankih flišnega zasipa v prvi vrsti flišni peski najrazličnejše zrnatosti, nekoliko pomešani s flišno ilovico, v manjši meri pa bržkone tudi prodovi in čiste ilovice. Nepreložene zelenkasto rumene, nekoliko ilovnate flišne peske opazimo že pri vstopu v glavni, sedaj z železnimi vrati zamreženi, a do sredine preteklega stoletja popolnoma zasuti vhod, in sicer pri tleh ob desni malce spodvihani jamski steni. Že na pogled so zelo podobni peskom istega flišnega zasipa v drugih jamah, na primer v Betalovem spodmolu in v Jami brez imena. Še prvotnemu flišnemu zasipu pripadajo tudi več metrov debeli flišni peski manjših jam, ki jih prečka med Postojnsko in Črno jamo umetni Bertarellijev rov. Pesku, katerega zrna ne presegajo premera 3 mm, je primešane nekaj flišne gline, prenikajoča voda pa jih je infiltrirala tudi s kalcijevim karbonatom. Če tega izločimo, moremo ugotoviti razmerje med peskom in glino. Da se to razmerje v različnih vzorcih spreminja, je razumljivo, vendar nastopa v glavnem 65—85 % flišnega peska in 15—35 % flišne gline. Petrografsko je te peske analiziral in podal diagram njihove zrnatosti R. Gospodarič (1963, 7—8, sl. 2 in 3). Po zunanjem videzu nekoliko drugačni, po sestavu pa zelo podobni so fluviatilni flišni peski, ki nastopajo v območju končne postaje jamske železnice pod debelo sigo v velikih kupih. V bazalnem delu takega kupa ugotovimo, če izločimo infiltracijo kalcijevega karbonata, 84 % nekoliko s flišnim prodcem pomešanega peska in 16 % gline. V nekoliko više ležeči mivkasti plasti pa nastopa 61 % peska in 39 % gline. Ta razmerja se močno približajo vrednostim, ki jih poznamo iz peskov v Bertarellijevem rovu, in zato opravičujejo domnevo, da gre za sedimente prvotnega zasipa. Analize podobnih flišnih kupov, ki jih srečamo na poti v Koncertno dvorano, v Zgornji Tartar in tudi drugod, bi verjetno vodile do istega zaključka. Na flišne peske v prvotni legi, čeprav najbrž zelo različne zrnatosti, bi v Postojnski jami brez dvoma zadeli še marsikje drugod, če bi kopali zadosti globoko. Tudi povsem prodne plasti bi, kot že nakazano, verjetno ne izostale. Na to opozarjajo ostanki proda v plasteh, katerih gradivo sicer izvira prav gotovo iz flišnega zasipa, za katere pa smo v dvomu, ali se jih sme pripisati še prvotni akumulaciji. Kajti tekoče vode v mlajši erozijski fazi pa tudi še kasneje flišnega zasipa niso samo odstranjevale, temveč so ga tudi prelagale od mesta do mesta. Če navedemo v naslednjem nekaj pojavov proda na različnih mestih jame, prihaja v večini primerov v poštev že preloženi flišni zasip.

Predvsem je omeniti močno zlepljeni prod, ki se drži femurja povodnega konja iz Postojnske jame. Točno najdišče in okolnosti najdbe žal niso znane. Prod opiše I. Rakovec (1954, 299) takole: »Prodniki so le na pol zaobljeni in različne velikosti. Največji imajo 3 cm premera. Med njimi so zastopani apnenčevi ter peščenjakovi kosi in drobci glinastih skrilavcev ter laporjev. Lepilo sivorumene barve je deloma apneno, deloma iz flišne ilovice.« Iz istega sedimenta izvirajo zelo verjetno tudi še drugi kostni ostanki in zobje povodnega konja. Ali je bil kasneje zlepljeni prod odložen že v akumulacijski fazi, je zaradi nezadostnih podatkov o najdišču težko presoditi. I. Rakovec (1954, 310) meni, da so ga odložile v Postojnski jami vode, ki so z velikim strmcem tekle po Pivški kotlini, in sicer v mlajši erozijski fazi ob zaključku mindelsko-riške medledene dobe ali vsaj v začetku riške poledenitve.

Za podatke o sledovih prodnih sedimentov v tako imenovanih Malih jamah, ki se Na razpotju odcepijo od glavnega rova Postojnske jame, se zahvaljujem R. Gospodariču, asistentu Inštituta za raziskovanje krasa SAZU v Postojni. V prvo dvoranico, tako imenovano Malo Kalvarijo, nas privede približno 80 m poti. Izjedene jamske stene se tu drže v višini 531 m drobni flišni in apnenčevi prodniki. Glede na lego bi utegnili predstavljati ostanek prvotnega flišnega zasipa. Še naprej po rovu so na dveh drugih mestih v višini 536 m prodniki flišnih kamenin in apnenca mešani z rjavosivo in rdečo ilovico. Očitno gre tu za material, ki se je presedimentiral iz flišnega zasipa in kasneje premešal tudi še z rdečo ilovico. Ostanki podobnega sedimenta, kremenčev pesek, flišna ter rdeča ilovica, se v višini 530 m drže jamske stene tudi pri poligonski točki *XXV* (glej A. Sartori, tab. IV). Glede na vse te ugotovitve smemo sklepati, da so bile tudi Male jame bržkone prav do stropa zasute s flišnimi naplavinami, a so se v mlajši erozijski fazi spet v znatni meri izpraznile. V njih je ostalo v glavnem samo nekaj iz flišnega zasipa preloženega gradiva.

Med še več drugimi primeri je treba posebej omeniti prodnato plast, ki se je pokazala, ko so spomladi leta 1964 za Biospeleološko postajo vrtali predor za drugi tir jamske železnice z jamske strani. Kakor neposredno za železniško rampo so tudi tam na nekaj mestih prerezali jamske rove, verjetno odrastke velikega rova, v katerem je Biospeleološka postaja. V enem od teh so pod trdo površinsko sigo in rdečo ilovico, ki je vsebovala kostne ostanke jamskih medvedov (*Ursus spelaeus* Rosenm. et Heinroth), odkopali, ne da bi dosegli jamsko skalno osnovo, okrog 2 m flišne ilovice, ki je bila močno pomešana s prodom. Prodniki iz flišnih peščenjakov, v velikosti drobnega krompirja, so že v tolikšni meri sprhneli, da so se kar drobili med prsti. Kolikor v tem primeru ne gre za prodnato plast flišnega zasipa, ki je še v prvotni legi, kakor je bila odložena za časa akumulacije, prihaja prav gotovo v poštev preložitev zasipnega materiala še v mlajši erozijski fazi.

Če povežemo vse zgornje navedbe in ugotovitve v skupen okvir, se zdi dokaj upravičen zaključek, da je flišni zasip Postojnske jame, ako izvzamemo morebitne sledove zgodnje pleistocenskih sedimentov, v splošnem bazalna fluviatilna odkladnina, ki se je na mnogih mestih ohranila v večji ali manjši meri v prvotni legi, na drugih pa vsaj v fluviatilno preloženem stanju. Časovno je pripisati tvorbo flišnega zasipa dobi, ki vključuje še glavni del mindelsko-riškega interglaciala, njegovo erodiranost in presedimentacijo njegovega gradiva pa že bolj končni fazi te medledene dobe in začetku riške poledenitve.

Paravtohtoni flišni sedimenti. Nad flišnim zasipom v širokem smislu slede raznovrstni sedimenti, ki jih splošno niso odložili iz Pivške kotline dotekajoči vodni tokovi, temveč so se zgradili iz materiala, ki je bil v območju jame že na mestu. V večini primerov gre za čiste ilovice in gline, pa tudi za mivke, ki že s svojo sivkasto, zelenkasto, včasih bolj temno barvo izpričujejo, da jih sestavljajo flišni elementi. Redkeje so te plasti pomešane tudi z večjo in manjšo množino avtohtonega apnenčevega grušča ali z odkruški sigovih tvorb, ki so se odluščile od jamskega stropa. Brez dvoma so vsi ti sedimenti nastajali v izredno humidnih, toda časovno zelo različnih obdobjih.

Zaradi obilnih zunanjih padavin in zaviranega odtoka se je v spodnjih jamskih etažah tekoča voda obdobno toliko dvignila, da je tudi za daljši čas zalila prostore višjih jamskih nadstropij. Vsa kalna od flišnih delcev in mirno stoječa se je čistila vsakokrat le počasi. Na jamskih tleh se je ponekod kopičilo flišno blato, v katerem ni nobenih zrn, ki bi bila večja od 0,05 mm. Take stoodstotno glinaste sedimente zaznamujemo za Kalvarijo, v Pisanem rovu in v sondi za Plesno dvorano (plast *7*).

Povsem drugačnega nastanka so v humidnih obdobjih po mlajši erozijski fazi odložene glinaste mivke in peščeno glinaste flišne ilovice, katerim je na nekaterih mestih primešanega tudi več ali manj flišnega prodca ali pa apnenčevega grušča. Skozi razpoke jamskega stropa prenikajoča voda se je družila v številne curke, ki so izpirali jamske stene, posebno pa že prej na jamskih tleh odložene sedimente. Združeni v vodne tokove so iz primarnih pa tudi sekundarnih ostankov flišnega zasipa odnašali obilo flišnega gradiva. Sedimentirali so ga na mestih, kjer se jim je zmanjšala ali sploh pojenjala njihova transportna jakost. Vodni tokovi so ponekod presedimentirali tudi apnenčev grušč, ki je zlasti za časa viškov mlajšepleistocenskih poledenitev nastal zaradi zmrzali. Upoštevati je seveda tudi večje in manjše stropne podore.

V presedimentiranih plasteh, ki imajo mivkast videz, prevladuje flišni pesek nad glino. V Plesni dvorani ugotovimo v vzorcu iz spodnjega dela mivkaste plasti *6* po izločenju infiltriranih kalcijevih karbonatov 84 % flišnega peska in 16 % gline, kar ustreza povsem celo sestavi peskov iz primarnega flišnega zasipa. V Imenski jami pa zaznamujemo v sondi II v dveh vzorcih iz plasti *3* po 58 in 68 % flišnega peska ter 42 in 32 % flišne gline. Manj od polovice je flišnega peska

v peščeno glinastih plasteh, na primer v sondi I v Imenski jami, kjer je v plasti 3 samo 37 % peska in 63 % flišne gline. Prav tako ugotovimo pri Okovani palici v spodnjem delu plasti 5 samo 29 % peska in 71 % gline ter v sondi za Plesno dvorano v zgornjem delu plasti 6 le 35 % flišnega peska in 65 % flišne gline. V nekaterih primerih pa tudi odločno prevladuje flišna glina. Pri Okovani palici vsebuje zgornji del plasti 5 izredno nizek odstotek flišnega peska, samo 9 %, toda kar 91 % flišne gline. Le malo več flišnega peska, namreč 13 %, je v plasti 1 sonde I v Imenski jami, zato pa 87 % flišne gline.

Redkeje nastopajo s flišno ilovico pomešane gruščnate plasti. Táka je plast 8 v sondi za Plesno dvorano. Ko se je na tem mestu zaradi zmrzali drobil jamski strop, so vodni toki istočasno nanašali flišno ilovico, v kateri ugotovimo 48 % flišnega peska in 52 % flišne gline. Vodni toki, ki so ob obilnih zunanjih padavinah nastali v jami, so imeli včasih tudi precejšnjo jakost. Na to bi pri Slonovi glavi kazal spodnji del gruščnato ilovnate plasti 4. Apnenčev grušč te plasti zelo verjetno ni na primarnem mestu, temveč ga je sem iz neposredne soseščine preložil močnejši vodni tok, ki je naplavljal tudi flišno ilovico, vsebujočo 74 % flišnega prodca in peska ter 26 % flišne gline. V vrhnjem delu te plasti je ilovica že rdečkasta in na videz ne izdaja flišnih sestavin, v njej pa ugotovimo še zmerom 60 % flišnega peska in 40 % gline, ki ni samo flišna, temveč že znatno pomešana s paravtohtono rdečo glino.

Po navedenih primerih je potemtakem za flišne ilovice, ki izvirajo deloma iz primarnega in deloma iz že predelanega flišnega zasipa ter nastopajo kot samostojne plasti ali pa v sestavi s še drugim gradivom, zelo značilno, da njihov odstotek flišnega peska v splošnem ni tako zelo visok, kakor ga ugotavljamo v peskih flišnega zasipa, da pa po drugi strani tudi ni preveč nizek.

Časovna opredelitev obravnavanih flišnih ilovic in drugih sedimentov, ki tako ilovico vsebujejo, ni enostavna. Okvirno lahko rečemo, da so jih na mnogih mestih odlagali posamezni notranjejamski vodni tokovi že po mlajši erozijski fazi, v raznih močno humidnih odsekih mlajšega pleistocena, v času od riške poledenitve pa skoraj do viška zadnje, würmske poledenitve. Starost teh sedimentov je potemtakem zelo različna, razmeroma visok delež flišnega peska še ne določa njihovega ožjega obdobja. Vsaj približna podrobnejša kronološka uvrstitev je mogoča le tedaj, če vsebuje flišni sediment sam določene paleontološke ali kulturne sledove, ali pa če nastopa v sklopu z več drugimi plastmi, ki jih po njihovi sestavi in vsebini ter po stratigrafskem zaporedju moremo časovno oceniti. K sreči so v Postojnski jami sedimenti z mlajšo pleistocensko favno, posebno z ostanki jamskih medvedov, precej pogost pojav. V nekaterih zasledimo tudi nedvomne dokaze o navzočnosti paleolitskega človeka, ponekod celo v več horizontih drugem nad drugim. Za grušče vemo, da so nastajali v poledenitvenih fazah, sige in zlasti rdeče ilovice pa pripisujemo v glavnem toplejšim obdobjem. Po teh vidikih prisodimo lahko plastem s flišno

ilovico vsaj njihovo relativno starost. Ako nahajališča niso preveč oddaljena drugo od drugega, se moremo opreti tudi na primerjavo sestave flišnih ilovic.

Ker so bila sondiranja v globino zelo omejena, nikakor ne preseneča, če riški poledenitvi in riško-würmski medledeni dobi povsem zanesljivo pripadajoči flišni sedimenti niso bili doseženi. Samo s pridržkom bi utegnila pripadati v sondi za Plesno dvorano izkopana flišno gruščnata plast *8* riškemu glacialu, flišna mivka spodnjega dela plasti *6* pa še riško-würmskemu interglacialu. Prav tako je še dvomljivo, ali sodi prvotna sedimentacija flišnega blata (*C*) v sondi za Veliko goro (Kalvarijo) v riško-würmski interglacial. Večino flišnih ilovic in z njo pomešanih sedimentov moremo s precejšnjo gotovostjo pripisati še začetnim fazam würmske poledenitve, tako na primer spodnji del plasti *4* pri Slonovi glavi, plast *5* pri Okovani palici in plasti *3* v obeh sondah Imenske jame. V nekih odsekih würma I je morala biti humidnost klime prav izredna, zaradi številnih močnih stropnih curkov nastali vodni toki so bili tedaj najbolj aktivni. Toda tudi še kasneje, za časa würmskega interstadiala I/II, vodno prelaganje flišnega materiala ni popolnoma prenehalo. Bržkone pripada temu obdobju zgornji del plasti *6* v sondi za Plesno dvorano, nadalje pa tudi plast *2* sonde I v Imenski jami, kjer zaznamujemo poleg 56 % sicer pretežno rdeče gline kar 44 % flišnega peska. V nekaterih jamskih odsekih se je sedimentirala preložena flišna ilovica celo še ne dolgo pred viškom würma III. Temu obdobju bi bilo v Imenski jami prisoditi flišno ilovico iz plasti *1* v sondi I.

Paravtohtone rdeče ilovice. Če govorimo o rdečih ilovicah, pri tem nimamo v mislih samo intenzivno rdečih, temveč v nasprotju s sivimi ali zelenkastimi flišnimi v splošnem ilovice najrazličnejših rdečih barvnih odtenkov. V Postojnski jami se rdeče ilovice pojavljajo skoraj povsod takoj pod površinsko skorjo sige. Mestoma tvorijo samo eno plast, ponekod pa nastopajo druga pod drugo v več plasteh. Razen plasti čiste rdeče ilovice prihajajo v poštev tudi z apnenčevim gruščem pomešane plasti. Tudi v izrazitih gruščih je včasih več in drugič manj, navadno pa zelo malo rdeče ilovice. Večinoma samo tanjše proge rdeče ilovice zasledimo tudi v debelejših sigovih skorjah. Pogosto sta se — najbrž v istem obdobju — izmenično sedimentirali siga in rdeča ilovica.

Rdeče ilovice so v prvi vrsti produkt kemičnega razkroja matične kamenine, v našem primeru krednega apnenca, v katerem je jama nastala. Nastajale so predvsem v toplih dobah na nadjamski apnenčevi površini, od koder so nato prenikale z atmosfersko vodo po večjih in manjših razpokah skozi sklade. Na tej poti so marsikatero razpoko ali manjšo votlino vsaj začasno popolnoma zapolnile, skozi stropne razpoke pa so dosegle tudi večje in globlje jamske evakuacije. V neki meri prihaja v poštev tudi razkroj v apnencu samem, pa tudi razkroj jamskega stropa in sten, vendar je prvotni izvor rdečih ilovic iskati predvsem na nadjamskem površju, kar smo poskusili utemeljiti že na

drugem mestu (S. Brodar, 1958, 300). Na jamska tla so jih izpirale od stropa padajoče kaplje in po stenah polzeča voda. Na mestih, kjer so zaradi močnega kapljanja in oblike jamskih tal nastale mlakuže, ki so se pa od časa do časa tudi izsušile, se je kopičila bolj ali manj čista plastovita rdeča ilovica. Koder se je v večji in manjši množini odlagal tudi grušč, se je ilovica pomešala z njim.

V vseh doslej znanih rdečih ilovicah Postojnske jame moremo ugotoviti tudi nekaj flišne sestavine. Kremenčeva in silikatna zrna izvirajo delno res lahko tudi iz razkrojenega apnenca, vendar v tako neznatni množini, da jih ni treba jemati v poštev in jih smemo zanemariti. Večji del flišne primesi sestavljajo zrna iz flišnih kamenin, flišni pesek, v katerem presegajo samo posamezna zrna velikost 1 mm, in flišna glina z delci pod 0,05 mm, ki je pa v dominantno rdeči glini ni mogoče ločiti. Glede na površinski izvor rdečih ilovic stalna prisotnost flišnih delcev ni prav nič presenetljiva, saj so, če prezremo še vse druge možnosti, vetrovi v vseh časih in prav posebno še v poledenitvenih obdobjih dvigali preperino iz bližnjih flišnih površin in jo odlagali tudi na kredno ozemlje. Z rdečo ilovico vred je tudi flišna preperina prenikala v podzemlje. Razen tega se je pa v jami sami v stropnih in stenskih vdolbinah ohranilo od bivšega flišnega zasipa ponekod več in drugod manj flišne ilovice, ki so jo vodne kaplje pomalem prelagale na jamska tla še v vseh kasnejših obdobjih.

Flišni delež rdečih ilovic je povsem v skladu z njihovim izvorom sorazmerno skromen. Presojamo ga samo po množini flišnega peska, čeprav je dejansko nekoliko večji, ker vsebuje rdeča glina prav gotovo tudi nekaj malega flišne gline. Samo izjemoma, na primer v profilu iz območja končne postaje jamske železnice, utegne rdečkasta ilovica vsebovati tudi večjo množino flišne gline. Koliko flišnega peska in gline vsebujejo rdeče ilovice iz posameznih na različnih mestih jame in v različni stratigrafski legi ugotovljenih plasti, je razvidno iz razpredelnice (str. 120), pri čemer je pa treba spet opozoriti, da gre za vzorce ilovic, iz katerih smo izločili vso apneno komponento.

Od doslej preučevanih rdečih ali vsaj rdečkasto niansiranih ilovic še v nobeni nismo ugotovili manj kot 4 % flišnega peska, največ pa samo 19 %. Ta razpon, ki utegne biti v nasprotju s flišnimi ilovicami in peski naravnost značilen za rdeče ilovice, bi bil v nadaljnjih primerih bržkone kvečjemu za malenkost večji. Če pa je vendar v nekaterih množina flišnega peska sorazmerno dokaj velika, od 14 do 19 % pri Slonovi glavi (plast 2), pri Okovani palici (plasti 2 in 3) in v predoru za Biospeleološko postajo (plast 2 *f*), je to pripisati le lokalnim okoliščinam, morebiti znatnejšim v neposredni bližini sedimentiranim ostankom primarnega ali preloženega flišnega zasipa. V poštev prihaja tudi bližina s flišnim materialom zapolnjenih stropnih in stenskih špranj ter vdolbin. Kjer pa takih in podobnih okolnosti ni bilo, na primer za Plesno dvorano (plasti 2 in 4), v Gotski dvorani, v območju končne postaje jamske železnice in kasneje v predoru za

Analiza rdečih ilovic — Rotlehmanalyse

Nahajališče Fundort	Plast — Schichte		% flišni pesek Flyschsand	glina Ton
Slonova glava	*2*	Nekoliko gruščnata rdeča ilovica, z mlajšepleist. favno in paleolitskim horizontom	16	84
Okovana palica	*2*	Grušč z rdečo ilovico	14	86
Okovana palica	*3*	Z drobci sig močno pomešana rdeča ilovica	18	82
Gotska dvorana	—	Rdeča ilovica pod površinsko sigo	9	91
Plesna dvorana	*2*	Nekoliko plastovita rdeča ilovica	4	96
Plesna dvorana	*4*	Rdeča ilovica z odkruški sig	8	92
Končna postaja jamske železnice	—	Rdečkasta ilovica z znatno primesjo flišne gline in mlajšepleistocensko favno	9	91
Predor za Biospeleol. postajo	*1*	Gruščnata rdeča ilovica	5	95
Predor za Biospeleol. postajo	*2 a*	Nekoliko z rdečkasto ilovico pomešan grušč, z mlajšepleist. favno in paleolit. horizontom	8	92
Predor za Biospeleol. postajo	*2 e*	Nekoliko z rdečkasto ilovico pomešan, delno sprijet grušč	11	89
Predor za Biospeleol. postajo	*2 f*	Neznatno z rdečkasto ilovico pomešan grušč, z mlajšepleist. favno	19	81

Biospeleološko postajo (plasti *1, 2 a* in *2 e*), je odstotek flišnega peska v ilovici vsekakor precej manjši, samo 4—11 %. Če se ozremo nadalje še na primere, ko na istem nahajališču nastopa dvoje ali več plasti z rdečo ilovico, opazimo, kako se zmanjšujejo odstotki flišnega peska v ilovici, čim mlajša je plast. Posebno poučen je v tem pogledu žal samo iz sredine sedimentov izrezani profil v Predoru za Biospeleološko postajo. Medtem ko zaznamujemo v ilovici spodnje plasti *2 f* kar 19 % flišnega peska, ga ugotovimo v sledeči višji plasti *2 e* že samo 11 %, nato v plasti *2 a* le 8 % in v najvišji, od vseh najmlajši plasti *1* samo še 5 %. Tudi za Plesno dvorano je v starejši ilovici plasti *4* še 8 % flišnega peska, v mlajši iz plasti 2 pa upade na 4 %. Prav tako se pri Okovani palici zmanjša razmeroma dosti visoki odstotek flišnega peska od 18 % v ilovici iz plasti *3* na 14 % v mlajši ilovici plasti 2. Čeprav se te ugotovitve nanašajo samo na tri ločene jamske odseke, skoraj ne more biti dvoma, da ne bi upadanja množine flišnega peska v mlajših rdečih ilovicah ugotovili praviloma tudi povsod drugod.

Sicer pa ta pojav v splošnem popolnoma ustreza naziranju o izvoru jamskih rdečih ilovic. V toplejših dobah nakopičena zaloga se je polagoma izčrpavala, voda, ki je s površja prenikala v jamo, je zadela na zmerom manj gradiva. Še v prav posebni meri pa so se izčrpavali zmerom bolj ostanki flišnega zasipa v stropnih in stenskih vdolbinah. Po drugi strani pa bi bilo morda upoštevati tudi celotne množine v posameznih fazah prenikujočih voda, kar bi z drugimi besedami pomenilo, da je bilo teh sčasoma zmerom manj.

Za datiranje rdečih ilovic, pravzaprav plasti, v katerih nastopajo, v vsaj širši časovni okvir, se moremo opreti na paleontološke in kulturne ostanke. Mnoge od njih vsebujejo mlajšepleistocensko favno, predvsem kostne ostanke jamskih medvedov. Tako na primer plasti med Veliko dvorano in Prižnico, pri Slonovi glavi (plast 2), pri Okovani palici (plast 2), v Gotski dvorani neposredno pod površinsko skorjo sige, v območju končne postaje jamske železnice, v predoru za Biospeleološko postajo (plasti 1 in 2) in še drugod. Večino teh primerov moremo glede na njihovo stratigrafsko lego prisoditi samo dobi würmske poledenitve, in še to samo odsekom po prvem poledenitvenem sunku. Edino za rdečo ilovico iz območja končne železniške postaje smo v dvomu, ali se ni sedimentirala že v riško-würmski medledeni dobi.

Kulturni sledovi so v rdeče ilovnatih plasteh redkejši in ne kdove kako bogati. Kameno industrijo finalnega moustériena zaznamujemo v predoru za Biospeleološko postajo (plast 2 a), medtem ko je netipične odbitke pri Slonovi glavi (plast 2) prišteti z vso verjetnostjo že mlajšemu paleolitiku. V to kulturno obdobje sodi tudi spodnja čeljustnica jamskega leva z umetno obdelanim kaninom, ki je ležala v rdeči ilovici Plesne dvorane (S. Brodar, 1951 b, 260—277). Tako tudi kulturni inventar izpričuje, da so se izkopane rdeče ilovnate plasti sedimentirale v splošnem najbolj zgodaj od končnih faz prvega würmskega poledenitvenega sunka naprej.

Podrobnejša pridelitev plasti, v katerih nastopajo rdeče ilovice dominantno ali samo kot primes, posameznim mlajšim fazam würmske poledenitve je do nadaljnjih raziskovanj manj zanesljiva. Kljub temu smo v sprednjih izvajanjih pri obravnavanju posameznih nahajališč vendarle tvegali tak poskus. Koder nastopa v jamskih odsekih, ki niso preveč oddaljeni od vhoda v jamo, plast čiste ali z odkruški apnenca in sig samo neznatno pomešane rdeče ilovice, skoraj ni mogoče dvomiti, da ne bi njen nastanek pripadal toplejšemu obdobju, predvsem glavnemu würmskemu interstadialu I/II. To posebno v primeru, da leži neposredno na plasti, ki s paleontološkimi in kulturnimi ostanki dokaj zanesljivo izpričuje pripadnost würmu I. V primerih, ko je tvorbo sige prekinjala sedimentacija tanjših prog čiste rdeče ilovice, je tudi očitno, da je plast v celoti nastajala v zmernih interstadialnih razmerah. Če pa v plasti prevladuje krioklastični grušč (odkruški apnenca ali tudi samo sigovih tvorb), ki mu je primešano le zelo malo rdeče ilovice, ni nobenega razloga, da bi njenega nastanka

ne prisodili glacialni fazi. V obravnavanih primerih prihaja v poštev predvsem würm II. Ker se pa würmski interstadial II/III po dosedanjih izsledkih v naših jamah sedimentacijsko ni uveljavil ali samo zelo slabo, je pa le tudi misliti na učinek združenih würmskih sunkov II in III. Vprašanje, v katerih mlajših würmskih fazah so se rdeče ilovice v znatnejši meri odlagale v notranjosti jame, je še bolj kočljivo. Včasih se moramo tu opreti na zaključke o starosti niže in više ležečih plasti, toda če teh ni, tudi samo na primerjavo s podobno in kolikor toliko določeno plastjo v bližnjem sosedstvu. Ožja časovna opredelitev potemtakem v vsakem primeru ne more povsem ustrezati, mnogokrat pa bo z upoštevanjem najrazličnejših okolnosti prav gotovo še dovolj točna.

Sige. Za milijone turistov, ki obiskujejo leto za letom Postojnsko jamo, je prav gotovo najbolj privlačen njen kapniški okras. Največjega občudovanja so deležni seveda stalagmiti in stalaktiti, medtem ko vzbujajo stropna in stenska zasiganost ter debele skorje sige na jamskih tleh že mnogo manj pozornosti. Vse te avtohtone jamske tvorbe najrazličnejših oblik so v podrobnostih doslej še prav malo raziskane, vendar gre vsekakor v vseh primerih za ogljikovokisli apnenec, ki ga je v jami izločila skozi apnenčeve sklade prenikajoča voda (R. Lais, 1941, 60). Da ta še prav posebno močno raztaplja kredne apnence in v njihovih evakuacijah izloča izredno mnogo sige, je izpričano ne samo v Postojnski jami, temveč tudi v mnogih drugih kraških jamah.

Kapniki se tvorijo razmeroma naglo tudi še dandanes. Od stropa padajoče kaplje ustvarjajo na mnogih mestih snežnobele ali prosojne kristalaste kapice, zametke stalagmitov. Tako so na primer v stranskem rovu za Plesno dvorano v največ zadnjih sto letih že zrasli na prekopanih tleh stalagmiti v velikosti srednje debelega jabolka. Opaziti je pa tudi, kako se v zvezi z večjo ali manjšo množino vode, zaradi zamašitve stropnih razpok in iz drugih vzrokov od časa do časa prestavljajo mesta, kjer se izloča apnenec. Iz preteklega stoletja, ko jama še ni bila električno osvetljena, so na najbolj skritih mestih ostali razni tedanji razsvetljavi namenjeni predmeti, ki jih je do novejšega časa znatno prekril snežnobel sigov poprh. Poln zaboj pozabljenih že zasiganih steklenih oljenk se je skrival še pred nedavnim za kapniškimi tvorbami v Zgornjem Tartaru, kjer tvorijo debele sigove skorje skoraj povsod jamska tla. Površinski, vsekakor zelo tanki sloj te skorje izvira potemtakem iz najbližje preteklosti.

Domala ves kapniški okras, ki ga občudujejo turisti, je seveda mnogo starejši. Nastajal je deloma že v holocenu, posebno v atlantski dobi, večidel pa v različnih fazah pleistocena. O različni starosti kapnikov in sigovih tvorb nas prepriča že sprehod po običajnih poteh. Že zunanji videz kapniških tvorb je zelo različen, ponekod še zelo mlad, a drugod naravnost starinski. Na mnogih mestih, zlasti v območju Velike gore (Kalvarije), naletimo na prekucnjene stare kapnike

in podrte orjaške stebre, na katerih so zrasli kar mogočni stalagmiti ter še kasneje že v holocenu mlečnobele kapniške tvorbe. Na debelih starih sigovih skorjah, ki so se odluščile od stropa, so se po daljšem časovnem presledku spet tvorili znatni zdravi stalagmiti. Blizu končne postaje jamske železnice so zelo poučni prerezi sklenjenih mogočnih stalagmitnih skupin, ker ne razodevajo samo postopne rasti, temveč jasno tudi starejšo in mlajšo fazo njihovega nastanka. Veliko starost nekaterih stalagmitnih skorij izpričujeta njihova preperelost ali razpokanost, zanimive pa so tudi skorje, ki so obvisele v zraku, ker je bila njihova ilovnato peščena podlaga pozneje denudirana.

Večina sigovih oblik na stropu in stenah pa tudi na površini jamskih tal ni produkt samo enega sigotvornega obdobja. Čeprav so tvorbe navidezno enotne, niso nastajale kontinuirano, temveč na mnogo mestih v različnih časih in z vmesnimi daljšimi presledki. Če v dobi, ko je bilo izločanje sige prekinjeno, stalagmitne skorje ni pokril noben drug sediment, so se mlajši sloji sige največkrat odlagali na njej brez razločnega presledka tako tesno, da jih je nemogoče ali samo s težavo ločiti od starejše sige. Nasprotno pa nudijo profili jamskih sedimentov pogosto prepričljiv dokaz, da so se obdobja izločanja sige menjavala s časi, ko so se odlagale ilovice ali grušči in je tvorba sige povsem izostala. Zelo poučen je med drugimi profil, ki smo ga ugotovili v rovu za Plesno dvorano. Tu leži na bazalni flišni ilovici do 1 m debel kompleks sig (plast *7*), ki so se cedile z jamske stene. Brez dvoma predstavljajo daljšo dobo, v kateri se ni tvoril noben drug sediment. Sledila je sedimentacija čiste ilovice (plast *6*) in nato zasigane ilovice (plast *5*). Pri poskusnem izkopu tik ob jamski steni je bil po eni strani razločno viden stik stenske sigaste obloge s spodnjim kompleksom, po drugi pa, kako je v višini zasigane ilovice prekrila to oblogo mlajša stenska siga, ki se je stalagmitno razlila po zasigani ilovici. Ob podvojeni druga nad drugo ležeči stenski sigi so se navzgor kopičili naslednji deloma ilovnati in deloma gruščnati sedimenti (plasti *4* do *2*). Šele po njihovi odložitvi se je začela izločati najmlajša siga, ki je na jamski steni ustvarila že tretjo in kar znatno sigovo prevleko, na jamskih tleh pa površinsko sigo (plast *1*).

Izmenično odlaganje sig in raznih drugih sedimentov imamo splošno za odraz sprememb zunanje izvenjamske klime. Po R. Laisu (1941, 61) se v vetrovnih jamah in blizu širokih jamskih vhodov izločajo sigove tvorbe tako iz nasičenih kakor tudi iz slabotnih apnenčevih raztopin predvsem zaradi močnega izhlapevanja. Večja množina sige dokazuje, da je mnogo vode prenikalo s površja skozi jamski strop, iz česar je sklepati na zelo deževna toplejša obdobja (postglacial, interstadial, interglacial). Nasprotno se v neprezračevanih jamskih rovih, kjer je hlapenje šibko, tvorijo sige samo iz nasičenih raztopin. Te nastajajo le takrat, kadar prenika skozi apnenec le malo vode, torej v aridnih obdobjih. V Srednji Evropi prihajajo v poštev samo dobe mrzle glacialne klime. Toda novejša raziskovanja pripisujejo vlogi izhlapevanja za izločanje apnenca mnogo manjši pomen.

Glavni faktor, od katerega je izločevanje odvisno, je množina ogljikove kisline, ki jo je dobila voda iz organizmov, preden je začela prenikati skozi apnenčeve sklade. Ta »biološka ogljikova kislina« se sprošča, ko *raztopina izstopi* v svobodni jamski prostor, pri tem pa se izločajo znatne množine apnenca. Če je prehod vode skozi sklade nagel, se izloča siga predvsem na jamskih tleh. Kapniške tvorbe in sige v jami so potemtakem v tesni odvisnosti z vegetacijo na nadjamskem površju (E. Schmid, 1958, 19). Sigotvorna so predvsem toplejša, s padavinami bogata obdobja, medtem ko borna vegetacija za časa aridnih poledenitvenih viškov v splošnem ni mogla izpolniti pogojev za znatnejše izločevanje sige. V jamah se je le-ta sedimentirala po zadnji poledenitvi zlasti v atlantski, pa tudi v *subatlantski dobi*, v *ledeni dobi* pa predvsem v interglacialih. Ako izvzamemo visokogorske jame, prihaja v naših krajih brez dvoma vsaj do neke mere v poštev tudi sedimentacija sig za časa najbolj toplih faz zadostno vlažnih interstadialov.

Ali je katera od sig, ki so se v *Postojnski jami tvorile na jamskih* tleh, mindelsko-riške starosti ali celo še starejša, je že zato težko presoditi, ker zaradi v splošnem preplitvega sondiranja ne poznamo morebitnih sedimentov pod flišnim zasipom. Na osnovi stratigrafskega redosleda plasti, vrednotenega v vseh *sondah od zgoraj navzdol, in ob* upoštevanju značaja, vsebine in nastanka sedimentov, ki nastopajo med sigami, sklepamo, da so nekatere sige nastale že v riško-würmskem interglacialu. Debela prepokana sigova skorja za Veliko goro (plast *D*) nikakor ne more biti mlajša. Istemu interglacialu je pripisati nastanek izredno debelih sig na dnu sonde pri Slonovi glavi (plast *5*) in pri dnu udora v bližini železniške končne postaje (plast *11*), vendar ni izključeno, da gre v obeh primerih za stropno sigo, ki se je v začetku prvega sunka würmske poledenitve v velikem obsegu odtrgala od stropa in padla na jamska tla. Kronološko različno je možno tolmačiti tako v celoti prhko, z rdečimi ilovnatimi progami prekinjano, toda vmes dve trdi sigovi progi vsebujočo sigo v rovu za Plesno dvorano (plast *7*) kakor tudi vso prepokano in prhko sigo v končnem odseku jamske železnice. Če teh sig z vso gotovostjo ne moremo prideliti riško-würmskem interglacialu, ker za to nimamo popolnoma zanesljive opore, je pa po drugi strani, če v profilih upoštevamo še mlajše sedimente, evidentno, da so se sedimentirale kasneje lahko samo v velikem würmskem interstadialu I/II. Temu je v rovu za Plesno dvorano vsekakor pripisati s sigo sprijeto ilovico (plast *5*). Prav tako moremo v sondi pri Okovani palici trdo sigo (plast *4*) in prhke sigove grude z vmesno rdečo ilovico (plast *3*) prideliti samo würmu I/II. V seriji raznovrstnih sig udora pri končni železniški postaji (plasti *9, 7, 5* in *3*) so se vsaj starejše sige tvorile še za časa istega interstadiala, medtem ko bi mlajše, ki ne dopuščajo podrobnejše datacije, utegnile pripadati že kasnejšim toplejšim fazam, würmu II/III ali postglacialu. V sigah *današnjih jamskih tal je delež atlantske sige posebno znaten.* Ta je mestoma prekrita s sigovo prevleko še kasnejših faz, mnogokje pa jo najdemo tudi v neposrednem stiku s starejšo še pleistocensko sigo.

Grušči. Kakor v drugih jamah so grušči tudi v Postojnski jami omejeni na vhodno jamsko področje. Čim dalj gremo v notranjost jame, tem bolj se zmanjšujejo debeline gruščnatih plasti, dokler končno povsem ne izostanejo. Na *gruščnat material sicer zadevamo tu* in tam globoko v jami, vendar večinoma v zelo omejenem obsegu in v očitni zvezi s stropnimi podori.

Grušče sestavljajo odkruški jamskega apnenca, ki so včasih pomešani tudi z odkruški stropne sige. V *izjemnih primerih*, večinoma že precej daleč v jami, sestavljajo gruščnato plast celo samo odkruški sigovih skorij in oddrobljenih stalaktitov. Nekaj malega paravtohtone ilovice je primešano tudi navidezno popolnoma čistim gruščem. V primeru znatnejše primesi ilovice govorimo o ilovnato gruščnati plasti, če pa ilovica prevladuje, o gruščnato ilovnati. Povsem pravilno bomo označili plast samo na osnovi rezultatov sejalne analize. Po razmerju med posameznimi frakcijami bo ta tudi omogočila pravilno poimenovanje sicer glede na približno velikost zrn samovoljno opisanih drobnih, debelih, zelo debelih gruščev.

Odvisno od različnih činiteljev in okolnosti, med katerimi lastnosti apnenca niso na zadnjem mestu, se gruščnati sedimenti lahko nabirajo na jamskih tleh v vseh časih. Kemično preperevanje stropa in sten, ki se uveljavlja še prav posebno v toplih interglacialnih dobah, ustvarja zmerno gruščnate ilovice tako pri vhodih kakor tudi globlje v jami. Kosi grušča, ki so se zaradi preperevanja odločili od stropa, so zelo neenakomerne velikosti. Vmes se pogosto pojavljajo tudi večje skale, toda prav malo drobirja. Znatno zaobljenost in bolj ali manj globoko površinsko preperelost so si grušči delno pridobili, še preden so se odluščili od jamskega stropa, še bolj pa potem, ko so dolgo ležali v ilovici. V Postojnski jami te vrste gruščnatih sedimentov doslej še z nobenim sondiranjem nismo zasledili. Zato tudi nobenemu ne moremo prisoditi interglacialne starosti.

Pretežno gruščnate sedimente ali sploh popolnoma čiste grušče povzroča zmrzal, pogosto nihanje temperature okrog zmrzišča. Z zamrzovanjem prenikajoče vode se večje in manjše razpoke apnenca zmerom bolj povečujejo. Odvisno od večje ali manjše množine vode se večji oziroma manjši kosi apnenca končno zaradi teže ne morejo več obdržati na stropu in padejo na jamska tla. V bolj humidnih obdobjih, ko prodira voda tudi skozi najtanjše razpoke, so odkruški poprečno manjši, v manj humidnih ali že aridnih, ko gre prenikanje skozi največje razpoke, večji. Njihova velikost, ki je odvisna tudi od vrste apnenca, je v vsakem primeru dovolj izenačena. Za odkruške, ki jih povzroča zmrzal, je značilna njihova ostrorobatost. Ta je še zmerom dobro zaznavna, četudi je ostrino robov omilila ilovica, s katero so kdaj bolj, kdaj manj pomešani. Učinki zmrzali so v splošnem, ako se ne oziramo na visokogorski svet, najbolj izdatni v glacialih, nekoliko manj pa tudi v interstadialih. Zato se v glacialnih fazah tvorijo najbolj čisti grušči, medtem ko imajo interstadialni včasih že kar precejšnjo primes paravtohtone ilovice.

Grušče in pretežno gruščnate plasti Postojnske jame moremo prideliti, vsaj kolikor jih doslej poznamo, samo zadnji, würmski poledenitvi. Za to, da smo v predoru za Biospeleološko postajo prisodili znatni kompleks gruščev (*2 a—f*), ki so samo neznatno pomešani z ilovico, še würmskemu glacialu I, so bili v prvi vrsti merodajni vsekakor še moustérienski kulturni ostanki v njihovi najbolj zgornji progi (*a*), za katero sledi navzgor glede na favno in sestavo würmskemu interstadialu I/II še najbolj ustrezajoča gruščnata rdeče ilovnata plast (*1*). Razmeroma zgodnjo würmsko starost razodeva tudi pri Slonovi glavi izdatno s flišno ilovico pomešani grušč (plast *4*), ki pa ni več na primarnem mestu. S tako datacijo se ujema skromna kulturna ostalina, ki jo je še najprej prideliti moustérienu, zlasti če rdečo ilovico, ki se je vlezla v grušč pri vrhu plasti, prisodimo glede na še nadaljnjo kasnejšo sedimentacijo würmskemu interstadialu I/II. Vsi drugi s sondami ugotovljeni grušči pripadajo v širokem smislu würmskima glacialoma II in III, pri čemer je pripomniti, da gruščnatega sedimenta interstadiala II/III ni mogoče izločiti posebej. Če smo se odločili, da gruščem pri Slonovi glavi (plasti *3* in *2*), pri Okovani palici (plast *2*) in v rovu za Plesno dvorano (plast *3*), ki jih sestavljajo izključno samo odkruški sigovih skorij in odlomki stalaktitov, pripišemo nastanek za časa würmskega glaciala II, je bila za to merodajna domneva, da se je pred tem na jamskem stropu tvorila siga, in sicer v würmski fazi, ki more ustrezati samo velikemu würmskemu interstadialu I/II. Ker so imenovana ležišča že precej daleč v notranjosti jame, je zmrzal v würmu II načela in drobila samo sigovo prevleko, ni pa več dosegla živoskalnega apnenca. Z vso verjetnostjo je le-tega začela rušiti pri Slonovi glavi (plast *1*) šele v würmu III, medtem ko je pri Okovani palici (plast *1*) prav takrat bržkone še naprej drobila samo stropno sigo.

Kronološko datiranje gruščnatih plasti bi bilo brez dvoma mnogo bolj popolno, če bi jih analizirali tudi granulometrično. Žal pa imamo podatke glede velikosti zrn in njihovega medsebojnega razmerja samo iz gruščev v predoru za Biospeleološko postajo, ker so bili vsi vzorci plasti z drugih ležišč za sejalno analizo kvantitativno prešibki. Z njo bi sicer eno ali drugo datacijo morebiti popravili, vendar bi kronološko opredelitev gruščnatih sedimentov v celoti bržkone kaj malo spremenila.

Pojavi poleolitskega človeka v Postojnski jami. Razvoj sedimentacije smo v glavnih potezah zasledovali že od mindelsko-riškega interglaciala naprej, o navzočnosti paleolitskega človeka v jami pa imamo zanesljive podatke najbolj zgodaj šele v pričetku würmske poledenitve. Tej ustreza tudi, če izvzamemo ostanke povodnega konja, ki ne nudijo nobene opore za zvezo s človeško dejavnostjo, vsa na mnogih mestih jame in v raznih plasteh ugotovljena razmeroma dosti bogata favna, med katero daleč pred drugimi vrstami prevladuje jamski medved. Do neke mere preseneča to že zategadelj, ker je v

bližnjem Betalovem spodmolu, ki kot jama ne pomeni mnogo, kulturni inventar izpričan že v znatno starejših predwürmskih sedimentih (S. Brodar, 1956). Sedimenti, ki utegnejo vsebovati pramoustérien (tayacien) in levallois-moustérien Betalovega spodmola, leže v Postojnski jami morda v plasteh pod spodnjim ustrojem jamske železnice v predoru za Biospeleološko postajo, toda njihova raziskava je tu bila in bo tudi v bodoče neizvedljiva. Vsaj nekaj upanja pa je, da bi jih mogli zaslediti, če bi sistematično raziskali še dostopni izvenjamski teren, kjer je v pleistocenu moral biti, nedaleč pred umetnim predorom, danes že zasuti glavni vhod v jamo.

Po današnjih spoznanjih izvirajo najstarejši, toda zelo skromni znaki za bivanje človeka iz predora za Biospeleološko postajo, in sicer iz spodnjega in srednjega dela gruščnatega kompleksa (2 *e* in *f*), ki ga je glede na izsledke v stratigrafsko mlajših plasteh mogoče prisoditi samo würmskemu glacialu I. V obeh horizontih raztreseno oglje (iglavci) izpričuje bližino kurišč, kostni fragmenti jamskih medvedov pa vsaj nakazujejo človeško dejavnost. Ker manjkajo artefakti — odkrit je bil samo drobec sileksa — more biti izjava o kulturni pripadnosti tedanjega obiskovalca jame lahko samo zelo splošna. Zaradi više ugotovljenega finalnega moustériena prihaja v poštev moustérienska kulturna stopnja, bržkone že razviti moustérien. Verjetno ne bo zmotno, če mislimo pri tem na zapuščino tako imenovane *C*-kulture v bližnjem Betalovem spodmolu (S. Brodar, 1956). Morebiti so prav tedaj, le malo prej ali pozneje, ledenodobni lovci prodrli še globlje v jamo in se zadrževali v neposredni bližini Slonove glave. Ostanke njihovega bivanja, ostrorobe odbitke kremena in gomolje, je jamski tok po zelo kratki poti odložil pri Slonovi glavi, ko je tam po višku würma I nanašal flišnoilovnato, z drobnejšim gruščem pomešano plast *4*. Ker se v vrhnjem delu meša z njo že rdeča ilovica, ne bi bilo izključeno, da je do preložitve kulturnih ostankov prišlo zelo pozno, morda šele na prehodu v würmski interstadial I/II.

Na mestu sedanjega predora za Biospeleološko postajo so se paleolitski lovci kasneje spet pojavili, ko se je tam odlagala zaključna proga gruščnatega kompleksa, razmeroma droben in le neznatno z rdečkasto ilovico pomešani grušč 2 *a*. Njihovo navzočnost izpričujejo kameni artefakti, oglje (iglavci) in fragmenti mlajšepleistocenske favne. Kakor ne more biti dvoma, da se krioklastični grušč ne bi sedimentiral že v končni fazi würma I, ko je ta prehajal že v würmski interstadial I/II, tako je tudi kulturno zapuščino, ki močno spominja na tako imenovano *D*-kulturo Betalovega spodmola (S. Brodar, 1956), prisoditi brez pridržka finalnemu moustérienu.

Po vsej verjetnosti je moustérienskim lovcem pripisati ostanke lesnega oglja še v dveh drugih najdiščih. Drobci borovega oglja, ki so bili ugotovljeni v sondi II Imenske jame v glinasto flišni mivki (plast 3), so bili naplavljeni iz bližine ali morda celo iz višjega jamskega nadstropja vsekakor še za časa würmskega sunka I in jih zato ne moremo prisoditi človeku mlajšega paleolitika. Še v würmu I ali

po drugi interpretaciji najkasneje v würmskem interstadialu I/II je bilo naplavljeno tudi oglje iglavcev, ugotovljeno v rovu za Plesno dvorano v plasti *6*. Ker v obeh primerih nimamo nobenih drugih znakov človeške dejavnosti in bi končno, čeprav malo verjetno, ostanki oglja imeli lahko katerikoli naraven izvor, seveda ne more biti govora o paleolitskih horizontih. Če so ti nekje v bližini dejansko obstajali, bi bil to le dokaz, da je človek moustérienske kulture prodrl zelo globoko v jamo.

Da so tudi lovci mlajšega paleolitika večkrat zahajali v jamo, razodevajo na raznih mestih ugotovljeni dovolj prepričljivi znaki. Že v začetku preteklega stoletja v Plesni dvorani najdena spodnja čeljustnica jamskega leva z umetnostno obdelanim kaninom (S. Brodar, 1951 b) je v tem smislu prav zgovorna priča. Sicer pa bi bilo prav presenetljivo, če bi aurignaški in gravettienski lovci ne zašli tudi v Postojnsko jamo, ko vendar vemo, da so se mudili na obrobju Pivške kotline v mnogih drugih jamah (Betalov spodmol, Parska golobina, Ovčja jama, Zakajeni spodmol, Jama v Lozi, Županov spodmol). Na njihove vsekakor zelo skromne sledove zadenemo tako na mestu predora za Biospeleološko postajo kakor tudi pri Slonovi glavi. Mlajši kulturni horizont od finalnega moustériena nakazujejo za Biospeleološko postajo že drobci lesnega oglja, ki so obilno razpršeni v rdeče ilovnati, po vseh okolnostih würmskemu interstadialu I/II pripadajoči plasti *1*. Temu je, kakor vse kaže, pripisati tudi pepel in razbite kosti mlajšepleistocenske favne iz najbrž ekvivalentnih, toda težko opredeljivih plasti tik ob steni jamskega rova, kjer zadene predor skozi sedimente na živo skalo. Pri Slonovi glavi pa moremo glede na stratigrafsko lego razlikovati celo dva mlajšepaleolitska horizonta, oba v plasti 2, v rdeči, z drobnim gruščem pomešani ilovici. Starejšega izpričujejo v spodnjem delu plasti neizraziti sileksi, mlajšega v njeni zgornji meji en sam kremenast odbitek. Navzočnost mlajšepaleolitskega človeka je potemtakem v vseh navedenih primerih nedvomna, nimamo pa iz nobenega najdišča dobro oblikovanih tipičnih artefaktov, ki bi dopuščali ožjo kulturno opredelitev. Glede na najdbe v sosednjih jamah prihaja v poštev aurignacien raznih razvojnih faz, zlasti tudi zgornji aurignacien (gravettien), ki ga ugotavljamo v sosednjih jamskih najdiščih še tudi v würmu III.

Paleolitski vhod v Postojnsko jamo. Pri Slonovi glavi in v sedimentih jamskega rova za Biospeleološko postajo zanesljivo dognani paleolitski horizonti terjajo odgovor na vprašanje, po kateri poti bi ledenodobni človek mogel prodreti do teh najdišč, če bi mu bile znane in dostopne samo dandanes uporabljane vhodne odprtine. Prehod čez visoko in strmo steno Velike dvorane v višje jamsko nadstropje, po katerem je mimo Slonove glave speljana jamska železnica, je tako težaven, da za vsakdanja življenjska opravila prav gotovo ni bil uporabljiv. Že spočetka še mnogo bolj zagoneten pa je bil dostop k najdišču za Biospeleološko postajo, kjer so bila tudi ognjišča. Zato se je

zmerom bolj utrjevala misel na neznane jamske vhode, ki so ljudi in živali vodili po razmeroma dosti krajši in tudi mnogo lažji poti v notranjost jame. Problem je rešilo raziskovanje predjamskega terena. Tik ob cesti iz Postojne proti Postojnski jami, približno 50 m pred stopniščem, ki vodi na ploščad pred jamsko restavracijo, je bila odkrita breča, ki na tem mestu prekinja sicer sklenjene sklade krednega apnenca. Po vseh znakih sodeč je bil tu nekoč večji vhod v Postojnsko jamo, ki se je zaprl šele v zadnji poledenitveni fazi. Peljal je naravnost v tedaj mnogo bolj široki rov Biospeleološke postaje. Ta se je sčasoma in mestoma prav do stropa polagoma zapolnjeval s sedimenti, skozi katere so sedaj zgradili predor za jamsko železnico. Na tem mestu odkriti paleolitski horizonti so bili še tako blizu jamskega vhoda, da jih je v polni meri dosegla dnevna svetloba. Ni se potemtakem čuditi, če prav tu zaznamujemo tudi sledove kurišč. Od tod je vodila po rovu Biospeleološke postaje razmeroma kratka in sklenjena pot naravnost k drugemu paleolitskemu najdišču, k Slonovi glavi, in naprej v notranjost jame. Danes zasuti vhod je bil v pleistocenu glavni vhod v Postojnsko jamo.

Zusammenfassung

PLEISTOZÄNE SEDIMENTE UND PALÄOLITHISCHE FUNDSTELLEN IN DER POSTOJNSKA JAMA

Obwohl aus dem Höhlensystem der weltberühmten Postojnska jama paläontologische Funde (*Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinroth, *Crocuta spelaea* Goldf., *Panthera spelaea* Goldf., *Canis lupus* L., *Bovidarum* gen., *Cervus* sp., *Mammonteus primigenius* Blumenb. ?, *Hippopotamus pentlandi* H. v. Meyer), die besonders bei der Herrichtung der Touristenwege zum Vorschein kamen, wiederholt gemeldet wurden, gab es fast keine näheren oder nur sehr allgemeine Angaben über die Sedimente der Fundstellen. Die Sedimentforschung begann erst, als in der nächsten Umgebung die Höhlenpaläolithstationen Betalov spodmol und Otoška jama entdeckt wurden (S. Brodar, 1951 a und 1956) und auch in der Postojnska jama selbst sichere Spuren der Anwesenheit des altsteinzeitlichen Menschen nachgewiesen werden konnten (S. Brodar, 1951 b). An verschiedenen Stellen, bis 2 Kilometer weit im Höhleninneren, wurden im Jahre 1951 mehrere Sonden ausgegraben und auch einige entblößte Profile beobachtet (Abb. 1). Dabei kam es zur Entdeckung der 265 Meter vom heutigen Höhleneingang entfernten paläolithischen Fundstelle in der Höhlennische beim Tropfstein Slonova glava (Elefantenkopf). Später stieß man im Frühjahr 1964 anläßlich des Tunnelbaues für das zweite Geleise der Höhleneisenbahn noch auf eine zweite paläolithische Fundstelle hinter dem Höhlengang der Biospeläologischen Station.

Die bei den Sondierungen gewonnenen Profile werden nacheinander ausführlich dargestellt und in bezug auf die Entstehung, Zusammensetzung und den Inhalt der Schichten, wie auch mittels gegenseitiger Vergleiche nach

Möglichkeit auch zeitlich interpretiert. Besondere Aufmerksamkeit wird den in den einzelnen Schichten in größerer oder geringerer Menge vorkommenden, mit Flyschsand mehr oder weniger vermischten Höhlenlehmen gewidmet. Mittels einer besonderen vereinfachten Methode wurde der Sand aus jeder Schicht ausgeschieden und seine Granulation festgestellt. Der Vergleich des prozentuellen Anteils des Flyschsandes hat sich nämlich, nebst Heranziehung noch weiterer Festlegungen und Umstände, als ein sehr wichtiger Wegweiser für die Altersbestimmung der Schichten erwiesen.

In erster Linie wird die paläolithische Fundstelle beim Tropfstein Slonova glava beschrieben (Abb. 2 und 3). Im Profil (Abb. 4) wurden von oben nach unten folgende Schichten festgestellt:

1 — Mittelstückiger, scharfkantiger Kalkschutt, nachträglich fest mit Sinter verkittet.

2 — Mit korrodiertem Kalkschutt und abgebrochenen Sinterstücken nur wenig vermischter Rotlehm, in dem 8 % Flyschsand zu verzeichnen sind. Zerschlagene Knochen und isolierte Zähne des Höhlenbären (*Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinroth) häufen sich besonders im obersten und untersten Teil der Schicht. Im oberen Horizont lag 1 Quarzabschlag, im unteren wurden außer eines primitiv zugespitzten Knochenfragments 4 Silexe gefunden.

3 — Lockere Schicht von der Höhlendecke abgefallener, in mehligen Sinter eingebetteter Sinterkrustenstücke.

4 — Stark mit Lehm gemischter, meist kleinstückiger, scharfkantiger, jedoch sehr korrodierter Kalkschutt. Der an der oberen Schichtgrenze noch rötliche, 49 % Flyschsand enthaltende Lehm wird tiefer wegen verstärkter Flyscheinschwemmung immer dunkler. Die Flyschsandmenge des Lehmes (Korngrösse 9—0,05 mm) steigt bis zu 60 %. Schwer erklärbar sind drei bis 20 cm lange und 3 cm dicke Flyschplatten. Mit den in der obersten rötlichen Zone nicht allzu häufigen Knochenfragmenten des Höhlenbären (*Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinroth) vergesellschaftet sind 1 Quarzabschlag, 1 Silexknollen und mehrere scharfkantige Quarzabbruchstücke zu verzeichnen. Im dunkleren Mittelteil der Schicht gibt es nur noch kleine Splitter von Höhlenbärenknochen.

5 — Sehr dicker Bodensinter, vielleicht nur von der Höhlendecke losgelöste Sinterkruste äußerst großen Umfangs.

Die Interpretation des Profils kann infolge der Dürftigkeit des kulturellen Inhalts nur auf dem Schichtenaufbau beruhen. Die mächtige unterste Sinterbildung ist gewiß einer sehr lange dauernden Warmzeit zuzurechnen, mit größter Wahrscheinlichkeit dem Riss-Würm Interglazial. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß es sich nicht um eine Bodenbildung handelt, sondern nur um eine gewaltige Sinterkruste, die sich erst später von der Höhlendecke losgelöst hat. Der auf ihr lagernde Kalkschutt, der zum Teil zugleich mit dem Flyschlehm angeschwemmt worden ist, zeigt eine kalte Zeitperiode an, welche dem Würm I entsprechen könnte. Schon gegen sein Ende wurden auch die aus allernächster Nähe stammenden moustéroid anmutenden Quarz- und Silexabschläge verlegt. Da begann sich auch schon der parautochthone Rotlehm, der sich mit dem Flyschlehm vermischte, zu sedimentieren. Die

dadurch angedeutete Klimamilderung, die dem Beginn des Würminterstadials I/II entsprechen dürfte, mußte jedenfalls einen längeren Zeitabschnitt in Anspruch nehmen, da sich die Höhlendecke wieder vollständig mit Sinterkrusten überzog. Sonst wäre die folgende lockere, aus lauter abgebrochenen Sinterkrustenstücken bestehende Schicht kaum erklärbar. Der so weit in die Höhle reichende Frost des Würmvorstoßes II zerstörte zuerst den Sinterbelag zur Gänze und griff dann auch den nackten Kreidekalkfelsen an. So bildete sich die Kalkschutt enthaltende, zum Großteil sonst rotlehmige Schicht, in der nebst Knochenfragmenten der Höhlenbären eine zweimalige Anwesenheit des wohl schon jungpaläolithischen Menschen festzustellen ist. Die deckende Kalkabbruchschicht entspricht dem Kältevorstoß Würm III. Ihre Versinterung ist hauptsächlich der atlantischen Periode zuzuschreiben.

Zu wesentlich gleichen Ergebnissen, jedoch ohne paläolithische Reste, führte die Sondierung bei dem etwa 60 Meter weiter im Innern stehenden Tropfstein Okovana palica — Stock im Eisen (Abb. 5—7). Nicht weit von hier sind Höhlenbärenknochenreste auch in der Gotska dvorana (Gotischer Saal) in nach Würm I bis Würm III sedimentiertem Rotlehm beobachtet worden.

Im großen, rund 500 Meter vom heutigen Höhleneingang entfernten Höhlenraum Plesna dvorana (Tanzsaal) fand H. Freyer schon im Jahre 1819 in rotbraunem Lehm nebst Höhlenbärenknochen auch Reste des Höhlenlöwen (S. Brodar, 1951 b; I. Rakovec, 1951). Wegen der mächtigen Zuschüttung der Bodensenkung dieses Saals anläßlich seiner Planierung fand unsere Versuchsgrabung im abzweigenden Nebengang statt (Abb. 8 und 9). Der hier tiefst erreichte Flyschlehm (Schicht *8*), in dem Flyschsand mit 42 % vertreten ist, ist mit scharfkantigem grobem Kalkabbruch vermischt. Im darüber abgelagerten, bis 1 Meter mächtigem Sinterkomplex (Schicht *7*) sind unansehnliche Rotlehmstreifen bemerkbar. Es folgt angeschwemmter gräulicher Lehm mit 33 % Flyschsand (Schicht *6*), in dem Holzkohlenreste von Nadelhölzern (darunter *Pinus* sp.) zerstreut sind. Eine dünne Sinterplatte (Schicht *5*) bedeckt ihn. Die weiteren Rotlehme (Schichten *4* und *2*) mit 7 bzw. 4 % Flyschsand, die als Lachebildungen aufzufassen sind, unterbricht eine 20 cm dicke Lage abgebrochener Stalaktiten und Sinterkrustenstücke (Schicht *3*). Aus der abschließenden, den Höhlenboden bildenden Sinterkruste ragen schon ansehnliche Stalagmiten hervor (Schicht *1*). Die Deutung des Profils ist jedenfalls von der zeitlichen Einordnung des Sinterkomplexes abhängig. Für seine Bildung kommen sowohl das Riss-Würm Interglazial als auch das Würm I/II Interstadial in Frage. Die oberen Rotlehmschichten sind jedenfalls nach dem Interstadial abgelagert worden.

Im Nebengang Pisani rov (Bunter Gang), der vom Haupthöhlengang abzweigt und etwa 1200 Meter lang ist, wurde unweit des Eingangs am Rande eines Bodeneinsturzes ein entblößtes Profil untersucht. Unter einer verhältnismäßig sehr dünnen Sinterdecke liegt auf schwarzem Flyschton eine gleichfalls dünne Knochenbreccie. Die Knochen, die aller Wahrscheinlichkeit nach von Höhlenbären herrühren, sind klein zerstückelt. Ihre Ablagerung ist jedenfalls der Würmzeit zuzuschreiben, während der Flyschton, der im ruhigen Wasser, das aus tieferen Höhlenetagen heraufgestiegen war, zur Ablagerung kam, viel älter sein dürfte.

Von Interesse sind auch die noch tiefer in der Höhle, im Bereich der Endstation der Höhleneisenbahn gemachten Beobachtungen. Eine sehr dicke, vielfach schon zerspaltete Sinterbodenkruste bedeckt hier rötlichen, Knochensplitter und ein Hornsteingeröllstück enthaltenden Lehm (8 % Flyschsand). Dieser liegt auf fluviatilen tonigen Flyschsanden (79 % Sand und Kleingerölle), die der altpleistozänen Aufschüttung entsprechen. Analog mit Feststellungen an anderen Stellen wäre der rötliche Lehm dem Würminterstadial I/II zuzuteilen, es ist jedoch fraglich, ob der ihn bedeckende schon sehr mürbe Sinter auch noch diesem zugesprochen werden könnte und nicht vielleicht viel älter ist. Aus diesem Bereich stammt noch ein zweites Profil (Abb. 10), das einem sehr jungen Einsturz zu verdanken ist. Der atlantische Bodensinter (Schicht *1*) blieb unversehrt. Unter ihm wechseln mehr oder weniger angeschwemmte Rotlehme und Sinterlagen (Schichten *2—9*) miteinander ab. Der ebenfalls angeschwemmte gräuliche Lehm der folgenden Schicht 10 ist mit dem an verschiedenen anderen Stellen festgestellten Flyschlehm des Würm I vergleichbar. Er liegt auf einer äußerst dicken, wahrscheinlich im Riss-Würm Interglazial gebildeten Sinterkruste.

Zu sehr interessanten Feststellungen führte die vom heutigen Höhleneingang etwa 2000 Meter entfernte Sonde hinter der Velika gora (Kalvarienberg). Aus dem Profil (Abb. 11) ist ersichtlich, daß hier die den Höhlenboden bildende dicke und schon vielfach geborstene Sinterplatte (*D*), auf der sich schon gewaltige Stalagmiten gebildet haben, randlich vom Flyschton (*C*) nicht nur bedeckt ist, sondern daß dieser, verbunden durch eine breite Spalte, auch unter ihr anzutreffen ist. Knochenreste des Höhlenbären (*Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinroth), die auf der Sinterplatte nur mit einer dünnen Lage durchscheinenden Kristallsinters (*A*) überzogen sind, erscheinen zusammenhängend bis 15 cm tief auch im oberen Flyschton. Von der Erklärung, wie es dazugekommen ist, daß sich derselbe Flyschton oberhalb und unterhalb der Sinterplatte befindet, ist die Deutung des Profils abhängig. Allem Anschein nach ist die Sinterplatte vorwürmzeitlich. Unter ihr ursprünglich befindliche noch ältere Sedimente sind ausgewaschen worden, worauf sich wahrscheinlich im Würm I der Flyschton im stehenden Wasser absetzte. Die ursprünglich auf seiner Oberfläche liegenden Höhlenbärenknochenreste sanken allmählig ein. Jede weitere Sedimentation ist hier ausgeblieben, mit atlantischem Sinter sind nur die außerhalb des Flyschtons auf der Sinterplatte verbliebenen Knochen dünn überzogen worden.

Der künstliche, etwa 500 Meter lange Stollen, der die Höhlen Postojnska jama und Črna jama verbindet, durchstößt kleinere Höhlenräume, welche bis zur Decke mit altpleistozäner Aufschüttung ausgefüllt sind. Die in einem Profil beobachtete fluviatile tonigsandige Ausfüllung enthielt 62 bis 80 % Flyschsand.

Zwei Versuchsgrabungen wurden auch in der etwa 10 Meter tiefer gelegenen Höhlenetage ausgeführt, beide in der rund 150 Meter vom Höhleneingang entfernten Imenska jama (Höhlengang mit mittelalterlichen Unterschriften). Im Profil der Sonde I (Abb. 12) kommen am Grunde des obersten stark mit Kalkabbruch vermischten gräulichen Lehms (10 % Flyschsand) Knochen des Höhlenbären (*Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinroth) vor. Sie

treten aber auch in der oberen Grenze des folgenden rotbraunen Lehms (37 % Flyschsand) in Erscheinung. Dieser liegt auf sehr tonigem Flyschsand (35 %). Das Profil der Sonde II (Abb. 13 in 14) zeigt keinen wesentlichen Unterschied. Nur die Höhlenbärenreste bleiben hier ganz aus, doch erscheinen hier in den auf den Felsenboden angeschwemmten tonigen Flyschsanden (51 bis 64 %) viele zerstreute Kohlenreste von Nadelhölzern. Wahrscheinlich handelt es sich da um eine während des Würm I erfolgte Anschwemmung aus der höheren Höhlenetage.

Zur Entdeckung einer neuen paläolithischen Fundstelle in der Höhle kam es, als im Frühjahr 1964 von der Höhleneisenbahnrampe hinter dem Höhlengang der Biospeläologischen Station ausgehend der Tunéllbau für das zweite Geleise der Höhleneisenbahn begann (Abb. 15). Unverhofft stieß man hier sofort auf Sedimente (Abb. 16) eines vollständig zugeschütteten Höhlenraumes. In der Abbaustirnwand und in den Seitenprofilen war deutlich ein Holzkohlenstreifen mit zerschlagenen Tierknochen verfolgbar. Schon bei der ersten Besichtigung wurde darin auch ein bearbeiteter Silexabschlag entdeckt. Wegen dem Tunellbau, der in drei Arbeitsschichten erfolgte, kam eine systematische Ausgrabung der Fundstelle nicht in Betracht, tagsüber wurden jedoch der Abbau und die Profile ständig beobachtet.

Im Querprofil I—I', das sich unausgegraben nach oben und unten noch fortsetzt, wurden von oben nach unten folgende Sedimente (vgl. die Siebanalyse und den Karbonatgehalt in Abb. 19) beobachtet:

1 — Zum Teil Kalkabbruch (23,7 %) enthaltender Rotlehm, in dem 3,5 % Flyschsandkörner feststellbar sind. In seinem Unterteil kommen zerstreut zahlreiche winzig kleine Holzkohlenreste vor.

2 — Kalkschuttkomplex.

a — Kleinstückiger scharfkantiger und nur wenig korrodierter, teilweise mit Sinter leicht gebundener Kalkabbruch, gemischt mit rötlichem Lehm (nur 12,3 %), der 0,7 % Flyschsandkörner enthält. In seinem Oberteil ein durchgehends verfolgbarer Holzkohlenstreifen, in dem stellenweise ganze Holzkohlennester (*Pinus* und andere Nadelhölzer) anzutreffen sind. Darin zersplitterte Knochen jungpleistozäner Tierarten (*Cervus* sp., *Megaceros* sp. ?, *Bos* sp., aber auch *Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinroth). Die Anwesenheit des paläolithischen Menschen beweisen Steinartefakte und Silexabsplisse.

b — Fast reiner Kalkabbruch, leicht versintert.

c — Kalkabbruch mit unansehnlicher Lehmbeimischung.

d — Lockerer, fast reiner Kalkabbruch.

e — Stellenweise versinterter, auch gröbere Stücke enthaltender Kalkabbruch. Vermischt mit rötlichem Lehm (18,9 %), in dem 0,7 % Flyschsandkörner vorkommen. Nebst seltenen umbestimmbaren Knochensplittern gleichfalls nur seltene Holzkohlenspuren (wahrscheinlich Nadelhölzer).

f — Stellenweise leicht versinterter Kalkabbruch, dem braunrötlicher Lehm (nur 12 %) beigemischt ist. Der Lehm enthält nur 1,5 % Flyschsandkörner. Im unteren Teil, der sich in die Tiefe fortsetzt, erscheinen einige Knochenfragmente (*Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinroth), aber auch winzige Holzkohlenreste (ausschließlich Nadelhölzer) und ein Silexsplitter.

Das obige Profil änderte sich im weiteren Verlaufe der Tunéllausgrabung nicht, es trat nur eine immer stärkere Versinterung aller Sedimente auf. Sie kündigte die Nähe der kompakten Höhlenwand an. Schon knapp an dieser erschienen teils in der Kalkschuttbreccie und teils im ebenfalls versinterten roten Lehm zahlreiche fragmentierte und manchmal auch angebrannte Tierreste (*Bos* sp., *Cervus* sp., *Equus* sp., *Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinroth, *Canis lupus* L. ?), wie auch Holzkohlentrümmer und in einem Röhrenknochen sogar Asche. Nach allen Überlegungen dürfte es sich um den Nachlaß paläolithischer Jäger handeln, welche zu Beginn der Rotlehmbildung (Schicht *1*) die Höhle besucht haben.

Die Steinindustrie des ausgesprochenen Kulturhorizontes *2 a* (Abb. 20 und 21) ist in jeder Hinsicht sehr bescheiden. Ihre Stückzahl wäre sicher bedeutend größer, wenn es möglich wäre, die Fundstelle regelrecht auszuforschen. Unter den 27 Funden gibt es nebst zwei Kernsteinen nur wenige Artefakte. Daß sie nicht nur gebraucht, sondern auch an Ort und Stelle verfertigt worden sind, beweisen die daneben gefundenen Absplisse und Splitter. Bodenständige Hornsteingerölle und fremde Silexknollen, darunter auch schwarzer Feuerstein, wurden voll ausgenützt. Die Silexe sind stark, meist weiß patiniert. Nur Breitabschläge und Breitabsplisse sind zu verzeichnen. Mehrmals kommt eine clactonienartige Abschlagstechnik zum Ausdruck. Der Winkel zwischen der Schlag- und Abschlagsfläche erreicht auch 120°. Allgemein sind die Schlagflächen glatt, nur ausnahmsweise mit nachträglichen winzigen Facetten versehen. Die Vorpräparation eines Kernsteines (Abb. 21; 19) ist nicht ganz sicher. Unter den fertigen Steinartefakten treten ausschließlich nur verschiedene Schaber auf. Zu erwähnen ist ein Spitzwinkelschaber mit gerader Arbeitskante (Abb. 20; 1), der bei besonderer Haltung nur dem Anschein nach an eine Handspitze erinnert. Gleichfalls einer Handspitze nur ähnlich ist ein Konvexschaber (Abb. 20; 20), an dem auch Stufenretusche bemerkbar ist. Weitere zwei Konvexschaber sind nur randretuschiert (Abb. 20; 9). Ein rechtwinkliger, basal schwach konkav ausretuschierter Abschlag (Abb. 21; 14) wurde seitlich als Geradschaber verwendet. Als Schaber dienten auch formlose Absplisse, die an Arbeitskanten Gebrauchsretusche aufweisen (Abb. 21; 6).

Durch das Fehlen jeglicher jungpaläolithischer Elemente einerseits und das Hervortreten der Schaber anderseits wird allgemein der Moustériencharakter des Steininventars erkennbar. Die engere Zuteilung zum finalen Moustérien wird mittels Vergleiches mit ähnlichen in den Höhlenstationen des Pivkabeckens vorkommenden Industrien bekräftigt. Dem Finalmoustérien der Schlußphasen des Würmvorstoßes I ist auch die im Betalov spodmol in den oberen Schichten des IV. Horizontes entdeckte, dem Material u. der Bearbeitung nach sehr ähnliche *D*-Industrie zugesprochen worden (S. Brodar, 1956). Der zweiten Hälfte des Würm I wurde aber auch die sehr nahe verwandte Steinindustrie aus der Schicht *5* der Höhle Parska golobina zugeteilt (F. Osolé, 1961). Das Vorkommen unserer Industrie knapp unter der Oberkante des im Würm I sedimentierten kryoklastischen Schuttkomplexes (2) stimmt damit vollkommen überein.

Die beiden im demselben Schuttkomplex tiefer gelegenen und nur durch entsprechende Umstände angezeigten paläolithischen Horizonte (*2 e* und *f*) sind demnach viel älter. Ihre Industrie, die bei systematischer Erforschung gewiß zutage treten würde, wäre wahrscheinlich dem entwickelten Moustérien zuzusprechen. Jedoch auch nach dem Endmoustérien, bald nach Beginn der im Würminterstadial I/II vor sich gehenden Sedimentation der Rotlehmschicht *1* erschienen die Jäger nochmals. Ihre Zugehörigkeit zu einer jungpaläolithischen Kulturstufe ist kaum zu bezweifeln.

Im weiteren wird die Frage erörtert, auf welchem Weg der altsteinzeitliche Mensch in den heutigentags mit Sedimenten vollständig ausgefüllten Höhlenraum eindringen konnte. Auch nach der Feststellung, daß dieser nur einen Teil des ursprünglich viel breiteren Höhlenganges der Biospeläologischen Station darstellt (vergl. Abb. 15 und 17), wäre der Zugang durch den heutigen Höhleneingang nur auf dem weiten Umweg über die Fundstelle beim Tropfstein Slonova glava möglich. Dabei müßte man allerdings die äußerst schwierige Passage über die hohe Steilwand der Velika dvorana (Großer Dom) überwinden. Da kaum angenommen werden kann, daß die Jäger beim Klettern noch Brennholz mitschleppten, mußte jedenfalls noch ein anderer, später zugeschütteter Eingang existieren. Bei Nachforschungen auf dem über der Höhle liegenden Terrain wurde ein solcher auch tatsächlich festgestellt. Dicht an der Straße, die von Postojna zur Höhle führt, rund 50 Meter vor den Stufen zur Höhlenrestauration, unterbricht die sonst geschlossen verlaufenden Kreidekalke ein Brecciengebilde (Abb. 22; G). Hier war vorzeiten ein breiter Eingang in den Höhlengang der heutigen Biospeläologischen Station. Während seine linke Seitenwand noch jetzt deutlich verfolgbar ist, hat sich die Eingangstraufe im übrigen in der Vergangenheit immer mehr zurückgezogen. In den Schlußphasen der letzten Vereisung hat der Kalkabbruch, der sich später zur Breccie verkittete, die Eingangsöffnung zur Gänze verrammelt. Die durch den Tunéllbau entdeckte Fundstelle liegt knapp hinter dieser Sperre. Hier war bei noch vollem Tageslicht der Arbeitsplatz der paläolithischen Jäger und zugleich der günstigste Platz für ihre Feuerstellen. Von hier aus führte der direkte, kürzeste und leichteste Weg zu der erstentdeckten Fundstelle beim Tropfstein Slonova glava und noch weiter in die Höhle. Im Pleistozän war also hier der Haupteingang in die Höhle.

Die folgende Diskussion bespricht ausführlich sämtliche Sedimente, die in der Postojnska jama festgestellt worden sind. Die Ergebnisse der Sondierungen und die Beobachtungen werden zusammenfassend ausgewertet.

In der Entwicklungsgeschichte der Höhlen des Pivkabeckens werden vier Hauptphasen unterschieden (S. Brodar, 1952). Die im Pliozän beginnende große Erosionsphase schuf schon in Altpleistozän die heutigen tiefsten Höhlenetagen. Nachher folgte eine große Akkumulationsphase, in der wahrscheinlich noch vor dem Ende des Mindel-Riss Interglazials sämtliche Höhlen mit Flyschanschwemmungen ausgefüllt worden sind. Diese wurden in der folgenden jüngeren Erosionsphase, die sich vielleicht noch in den Beginn der Risseiszeit hinzog, meistenteils wieder ausgeschwemmt, worauf erst die Akkumulation der autochthonen Höhlensedimente einsetzte. Auch in der

Postojnska jama sind die basalen Sedimente nur Reste der ehemaligen Flyschausfüllung. Sie werden stellenweise in primärer Lage, meist jedoch schon umgelagert angetroffen. Größtenteils handelt es sich um mehr oder weniger lehmige Flyschsande (65—85 %), in zweiter Linie auch um geröllführende Flyschlehme. Mit Bezug auf die im verkittetem Geröll gefundenen Flußpferdreste (I. Rakovec, 1954) ist auch mit dem Vorkommen reiner Geröllschichten zu rechnen.

Unter den später abgesetzten Sedimenten treten mehr oder weniger sandige, manchmal auch Kleingeröll oder Kalkabbruch führende Flyschlehme hervor. Die während humider Zeitperioden auftretenden Höhlenwasserströme verlagerten teils die primäre und teils auch die sekundäre Flyschaufschüttung. Auch die in den Seitengängen höherer Etagen und stellenweise sogar in den Deckenspalten verbliebenen Reste wurden nach und nach immer mehr herausgespült. Der Prozentsatz des Flyschsandes dieser Lehme ist im allgemeinen nicht so hoch wie in der alten Aufschüttung, jedoch auch nicht niedrig. Manchmal erscheinen auch reine Flyschtone, die sich im aus niedrigeren Etagen emporsteigendem ruhigem Wasser abgesetzt haben. Das Alter dieser Sedimente ist sehr verschieden und fällt in den Zeitraum vom Beginn der Rissvereisung bis gegen den Höhepunkt des letzten Würmvorstoßes. Manche sind ihrem Inhalt und ihrer stratigraphischen Lage nach auch zeitlich enger bestimmbar.

Weiterhin sind die parautochthonen Rotlehme verschiedener Nuancen hervorzuheben. Sie treten als reine Schichten, ferner mit Kalkabbruch mehr oder weniger vermischt oder auch als Streifen in den Sinterbildungen auf. Ursprünglich in den Warmzeiten hauptsächlich in der Außenwelt entstanden (S. Brodar, 1958), wandern sie zu allen Zeiten mit dem Sickerwasser in die Höhle. In äußerst geringem Ausmaß sind sie sogar im kryoklastischen Kalkschutt feststellbar. Die auf der Oberfläche und während des Durchsickerns gewonnene Flyschkomponente kommt in jedem Rotlehm vor. Der Anteil des Flyschsandes schwankt in den Rotlehmen zwischen 4 und 19 %. Ein verhältnismäßig höherer Anteil (14—19 %) ist nur durch lokale Umstände bedingt. Wenn Rotlehme in mehreren übereinander liegenden Schichten vorkommen, sinkt der Prozentsatz der Flyschsandes immer mehr. In vielen Rotlehm enthaltenden Schichten, die fast allgemein schon würmzeitlich sind, erscheinen paläontologische Reste, seltener auch Kulturspuren. Wenn diese ausbleiben, ist eine engere Datierung oft nicht ganz verläßlich.

Daraufhin werden die Sinterbildungen, die von Millionen von Touristen in der Postojnska jama bewundert werden, besprochen. Daß all die mannigfaltigen Decken- und Bodenbildungen, welche zum Teil noch heute entstehen, sehr verschiedenen Alters sind, überzeugt schon der Augenschein. Mehrere sinterbildende Zeiträume treten aber besonders klar in jenen Ausgrabungsprofilen hervor, in denen Bodensinter mit anderen Sedimenten abwechseln. Die niederschlagsreichen Warmzeiten begünstigten die Entwicklung der Oberflächenvegetation, von der die Sinterbildung in großem Ausmaß abhängig ist. In unseren Breitengraden waren auch die Interstadiale stark sinterbildend. Sinterbodenbildungen des Mindel-Riss Interglazials konnten infolge unserer nicht genug tief reichenden Sondierungen nicht nachgewiesen werden,

doch dürfen wir den an einigen Stellen erreichten Sinterschichten mit größerer oder kleinerer Wahrscheinlichkeit das Riss-Würm Alter zusprechen. Die Sinterböden des Würm I/II Interstadials treten in den Profilen auch auf, die des Interstadials II/III sind dagegen fraglich. Auf dem heutigen Höhlenboden ist der Anteil des atlantischen Sinters besonders stark.

Schließlich werden noch die Kalkschuttschichten behandelt. Flyschlehm oder Rotlehm ist auch den dem Augenschein nach ganz reinen Schichten zum mindesten in geringstem Ausmaß beigemischt. Abgesehen von einzelnen größeren Abbruchstücken oder sogar Felstrümmern ist der Abbruch meist mittelstückig. Wie in anderen Höhlen ist der Kalkschutt auch hier in den Höhleneingangsteilen am mächtigsten entwickelt. Je tiefer in der Höhle, desto dünner sind die Schichten. Im Höhleninnern vorkommender Schutt liegt fast immer unweit von Verstürzen. Verlagerter, mit Flyschlehm gemischter Kalkschutt wird stellenweise angetroffen. Durch chemische Verwitterung verursachte Schuttbildungen wurden bisher nicht festgestellt. Als Frostprodukte entsprechen die fast reinen Schuttschichten einzelnen glazialen Phasen. Im Schutt kommen manchmal auch Abbruchstücke von Sinterkrusten vor, besonders interessant sind aber die stellenweise beobachteten Schichten, welche ausschließlich nur aus abgebrochenen Stalaktiten und sonstigem Abbruch zusammengesetzt sind. Sie machen darauf aufmerksam, daß vorausgehend mit einer wärmeren sinterbildenden Zeitperiode zu rechnen ist. In den Interstadialzeiten gebildeter Schutt ist immer mehr oder weniger rotlehmführend. Sämtliche konstatierten Frostbruchschichten sind würmzeitlich. Die verlagerten Schichten sind mit Rücksicht auf ihre stratigraphische Lage und ihren Inhalt den Endphasen des Würmvorstoßes I zuzuschreiben, die mit Rotlehm vermischten dem Würminterstadial I/II, die fast reinen älteren dem Würmvorstoß I und die jüngeren den Vorstößen II und III. Die letzteren stellen oft eine einheitliche Schicht dar.

Nach den bisherigen Ergebnissen wird abschließend festgestellt, daß der paläolithische Mensch im Bereich des heutigen Tunélls hinter der Biospeläologischen Station schon während des Würmvorstoßes I erschienen und damals auch bis zur Fundstelle beim Tropfstein Slonova glava vorgedrungen ist. An derselben Stelle im Raume der Biospeläologischen Station ließen sich später, im ausklingenden Würm I, die Jäger des finalen Moustériens nieder. Ebendort weilten dann im Würminterstadial I/II vermutlich dem Jungpaläolithikum zugehörige Jagdgesellschaften. Ein noch zweimaliges Erscheinen jedenfalls schon jungpaläolithischer Jäger ist später gegen Ende des Würm II abermals beim Tropfstein Slonova glava zu verzeichnen. Das Eindringen in die Höhle ist in allen diesen Fällen nicht durch den heutigen Höhleneingang erfolgt. Der Haupteingang in die Höhle war im Pleistozän der heute verschüttete direkte Eingang in den Höhlengang der Biospeläologischen Station.

Literatura

Brodar S. (1950), Paleolitik na Olševi. Zdravniški vestnik 2/4, Ljubljana.
— (1951 a), Otoška jama, paleolitska postaja. Razprave IV. razr. Slov. akad. znan. umet. 1, Ljubljana.
— (1951 b), Paleolitski sledovi v Postojnski jami. Razprave IV. razr. Slov. akad. znan. umet. 1, Ljubljana.
— (1952), Prispevek k stratigrafiji kraških jam Pivške kotline, posebej Parske golobine. Geografski vestnik 24, Ljubljana.
— (1956), Ein Beitrag zum Karstpaläolithikum im Nordwesten Jugoslawiens. Actes du IV Congrès International du Quaternaire, 2, Roma.
— (1958), Črni kal, nova paleolitska postaja v Slovenskem Primorju. Razprave IV. razr. Slov. akad. znan. umet. 4, Ljubljana.
Gospodarič R. (1963), Sledovi tektonskih premikov iz ledene dobe v Postojnski jami. Naše jame 5, Ljubljana.
Kyrle G. (1931), Die Höhlenbärenjägerstation. — Die Drachenhöhle bei Mixnitz. Speläologische Monographien 7, 8, Wien.
Lais R. (1941), Über Höhlensedimente. Quartär, 3, Berlin.
Letopis (1952), Slov. akad. znan. umet. 4, p. 175—176, Ljubljana.
Mottl M. (1951), Die Repolust-Höhle bei Peggau (Steiermark) und ihre eiszeitlichen Bewohner. Archaeologia austriaca 8, Wien.
Osolé F. (1961), Parska golobina, paleolitska postaja v Pivški kotlini. Razprave IV. razr. Slov. akad. znan. umet. 6, Ljubljana.
Rakovec I. (1951), Jamski lev (*Felis spelaea* Goldf.) iz Postojnske jame. Razprave IV. razr. Slov. akad. znan. umet. 1, Ljubljana.
— (1954), Povodni konj iz Pivške kotline. Razprave IV. razr. Slov. akad. znan. umet. 2, Ljubljana.
Sartori A. (Gallino L.-Petrini G.-Martel E. A.), Planimetria delle Grotte di Postumia. — Arhiv Zavoda Postojnske jame, Postojna.
Schmid E. (1958), Höhlenforschung und Sedimentanalyse, Basel.
Schmidl A. (1854), Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas, Wien.
Šerko A.-Michler I. (1952), Postojnska jama in druge zanimivosti krasa, Ljubljana.

SONDIRANJA V KRAŠKIH JAMAH IZ OKOLICE PRESTRANKA

(S 7 slikami)

SONDIERUNGEN IN KARSTHÖHLEN DER UMGEBUNG VON PRESTRANEK

(Mit 7 Abbildungen)

FRANCE OSOLE

Starokamenodobne kulture, ki jih je odkril S. Brodar v jamah na severnem apneniškem obrobju Pivške kotline, v Betalovem spodmolu, Otoški in Postojnski jami, so vzbudile veliko pozornost in usmerile nadaljnja paleolitska raziskovanja na vse obrobje kotline. V sorazmerno kratkem času je bilo na njenem jugovzhodnem obrobju odkritih kar pet novih paleolitskih postaj: Parska golobina pri Pivki (F. Osole, 1961), Županov spodmol pri Sajevčah,[1] Jama v Lozi pri Orehku,[2] Ovčja jama pri Prestranku (F. Osole, 1963) in Zakajeni spodmol pri Prestranku (F. Osole, 1962). Istočasno z uspelimi sondiranji in sistematičnimi odkopi v omenjenih jamah smo izkopali v bližnji in daljni okolici Prestranka več poskusnih sond, ki niso dale niti pleistocenskih favnističnih ostankov niti kakršnih koli sledov o prisotnosti ledenodobnih lovcev. Pri teh terenskih delih zbrani podatki, predvsem o jamskih sedimentih, pa so tako pomembni za proučevanje kvartarja v Pivški kotlini, da bi bila dokajšnja škoda, če bi ostali neobjavljeni. Drugi namen, ki ga zasledujemo z objavo poskusnih kopov, pa je, da obvestimo sedanje in bodoče raziskovalce, kje in s kakšnimi izsledki so bila poskusna sondiranja opravljena.

Poročilo obravnava sondiranje v Spodmolu na Slatnah, v Ovčarskem spodmolu v Krkurjevcu in v Spodmolu pri Paleški.

1. Spodmol na Slatnah[3]

Gre za manjši spodmol z dolžino 7,00 m, širino 3,70 m in višino 3,00 m (glej sl. 1), ki se odpira v strmem pobočju na zahodnem bregu Pivke (860 m, 110° EES od železniške postaje Prestranek in 4100 m, 114° EES od vrha Varde), nekako 3 m pod izravnavo, na kateri stoji vas Žeje. Vhod v spodmol leži v nadmorski višini 531 m in okoli 10 m nad strugo Pivke. Dne 16. avgusta 1963 smo v spodmolu izkopali dve sondi. Prvo (glej sl. 2) 1,30 m za vhodom ob levi jamski steni, v razsežnosti 1 × 1 × 0,9 m, in drugo, ki je merila 1 × 0,8 × 0,55 m, nekoliko naprej od vhoda (3,70 m).

V sondi I ugotovimo od zgoraj navzdol dve plasti:

1 — humus, s poprečno debelino 5 cm;

2 — rjavkasto rdečo flišno ilovico, 85 cm do dna odkopa.

Zaradi primikajoče se leve jamske stene in večje skale se je dno sonde v globini 90 cm že toliko zmanjšalo, da je bilo nadaljnje poglabljanje nemogoče.

---

[1] Letopis SAZU, 5. knj., str. 237, Ljubljana 1954.

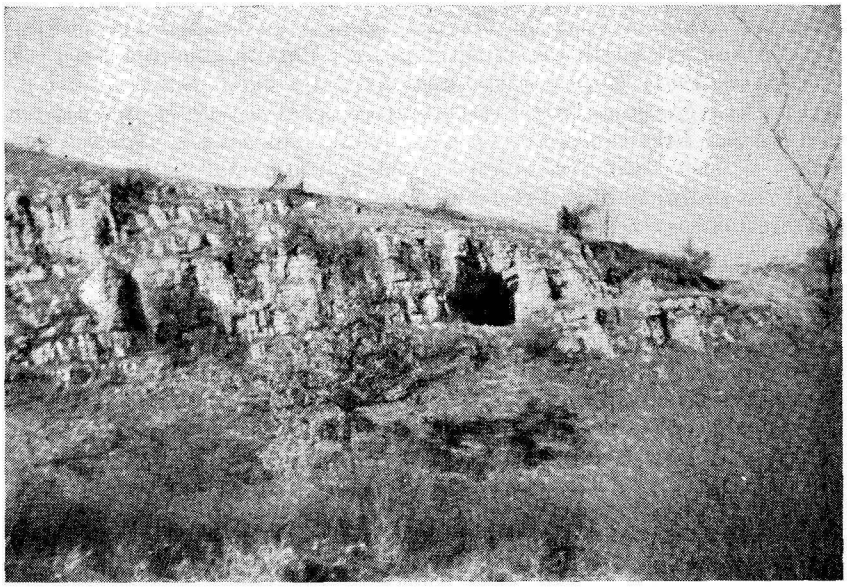
[2] Letopis SAZU, 8. knj., str. 177—178, Ljubljana 1958.

[3] Spodmol mi je pokazal Z. Žele, ki mi je posredoval tudi nekaj topografskih podatkov o spodmolu. Za oboje se mu na tem mestu zahvaljujem.

Plasti v sondi II se vrstijo od zgoraj navzdol takole:

1 — rjavkasta, humificirana plast drobnega grušča, 18 cm;
2 — droben sipek grušč, 24 cm;
3 — rdeča flišna ilovica. Odkopane je bilo 13 cm.

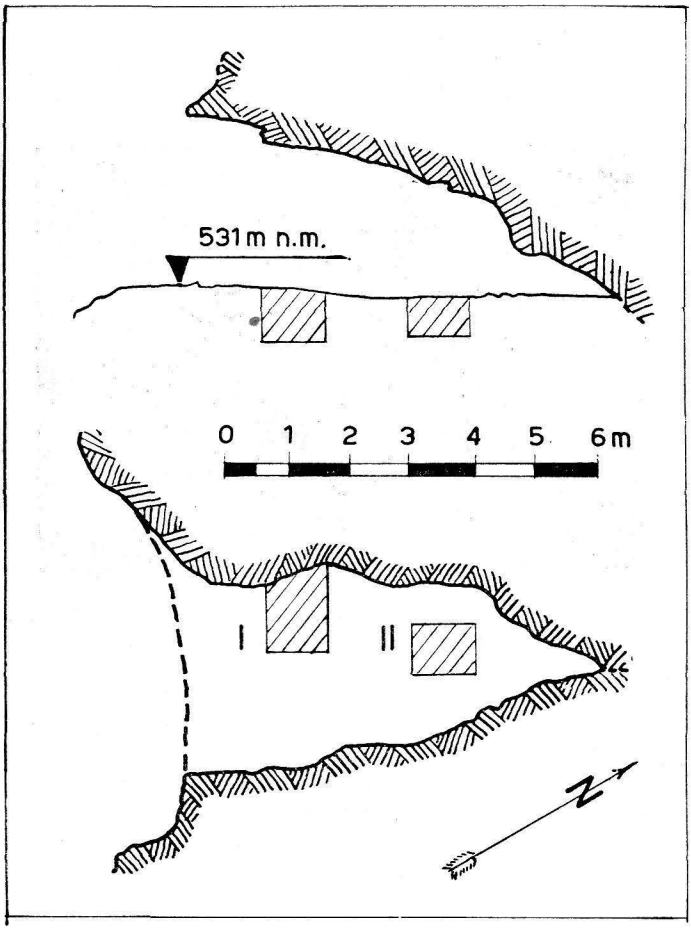
Mlajši pleistocenski krioklastični sedimenti, v katerih bi lahko pričakovali kakršne koli sledove mlajšepaleolitskih lovcev, v spodmolu popolnoma manjkajo, saj je malo verjetno, da sodi plast 2 v sondi II



Sl. 1. Vhod v Spodmol na Slatnah. — Abb. 1. Eingang in die Höhle Spodmol na Slatnah.

še v pleistocen. Zakaj jih ni, ne razglabljamo, ker menimo, da bi bil vsak poskus spričo pomanjkanja ustreznih podatkov samo teoretična spekulacija. Vsekakor zanimivo pa je odkritje flišne ilovice (plast 2 v sondi I in plast 3 v sondi II), na katero smo zadeli v skoraj vseh doslej raziskanih jamah na Krasu, in to v različnih nadmorskih višinah, večinoma pod debelimi plastmi avtohtonih pleistocenskih gruščev. V jamah na apneniškem obrobju Pivške kotline povezujemo te flišne nanose večinoma z ojezeritvijo kotline, ki jo I. Rakovec (1954) časovno dodeljuje mindelsko-riškemu interglacialu. Po S. Brodarju (1952) pa predstavljajo ti zajetni sekundarni flišni sedimenti v jamah drugo fazo v ciklu jamskega razvoja. Koliko se je v Spodmolu na Slatnah uveljavila njegova tretja razvojna faza, t. j. ponovna delna erozija flišnih nanosov, je težko reči. Zelo verjetno je, da je bil spodmol zatrpan do stropa in da se je s tem za vedno izključil iz hidro-

grafske mreže podzemeljske Pivke. Današnja dostopna konvakuacija je nastala najverjetneje zaradi poznejšega krušenja jamskega stropa ob razpoki, ki poteka vzdolž spodmola skoraj pravokotno na nekoliko nagnjene, izrazito plastovite sklade apnenca. Spodmol na Slatnah je

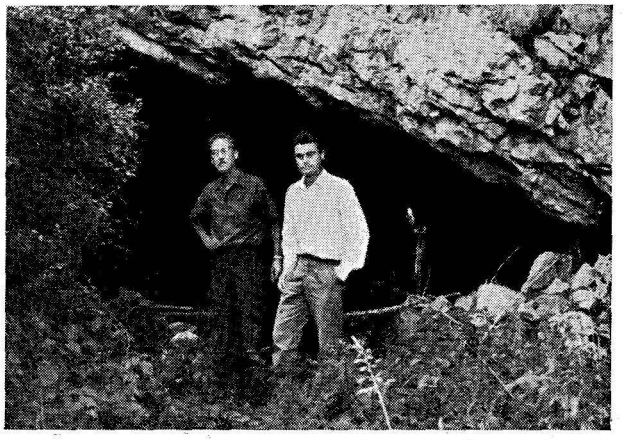


Sl. 2. Spodmol na Slatnah. Podolžni prerez in talni načrt spodmola s sondama I in II. — Abb. 2. Spodmol na Slatnah. Längsschnitt und Grundriß der Höhle mit den Sonden I und II.

eno od mnogih mest na robu Pivške kotline, kjer se je še ohranil stari flišni zasip. Z njim smo dobili spet neposreden dokaz o obsežni akumulaciji sekundarnih flišnih naplavin, ki so v kotlini sami skoraj popolnoma odstranjene ali pa zaradi delovanja najrazličnejših faktorjev težko spoznavne in dokazljive.

2. Ovčarski spodmol v Krkurjevcu

V dneh od 11. do 15. avgusta 1964 smo v prostornem vhodnem delu Ovčarskega spodmola[4] (kat. št. 271, glej sl. 3) v razdalji približno 3 m od jamskega vhoda ob levi steni, izkopali sondo razsežnosti 2 × 3 × 3,46 m (glej sl. 4). V sondi sicer nismo zasledili niti najskromnejših sledov ledenodobnih prebivalcev, dobili pa smo zanimive podatke o sedimentih v vhodnem delu spodmola. Profil ob zadnji prečni steni sonde sestavljajo od zgoraj navzdol naslednje plasti (glej sl. 5):

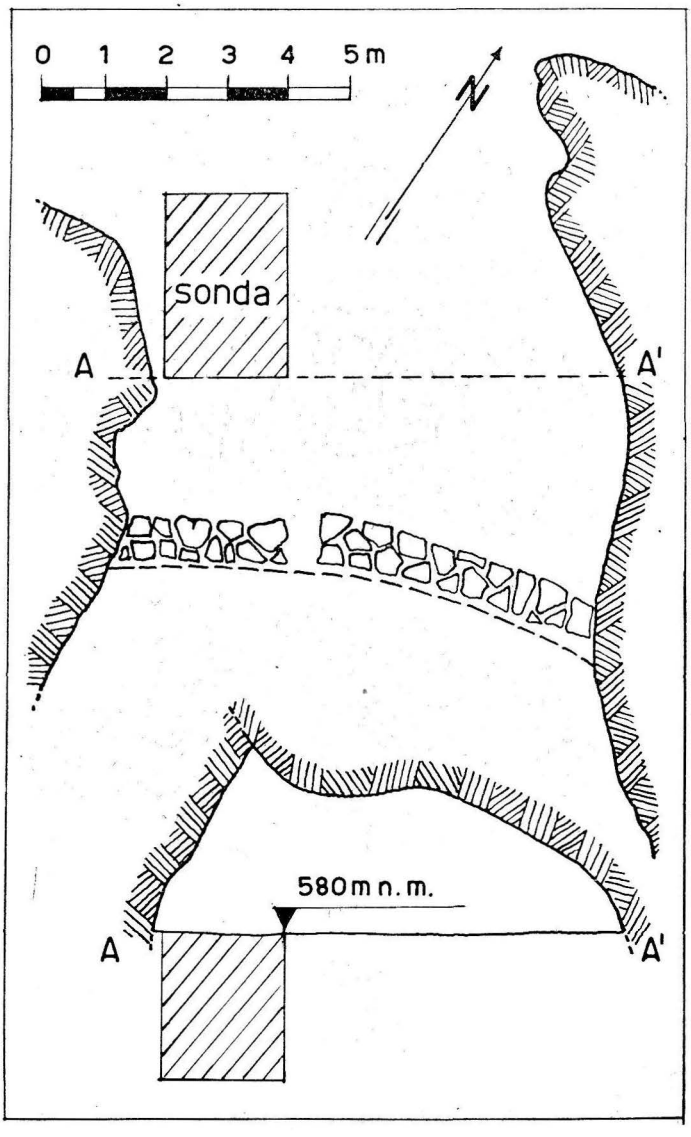


Sl. 3. Vhod v Ovčarski spodmol v Krkurjevcu. — Abb. 3. Eingang in die Höhle Ovčarski spodmol v Krkurjevcu.

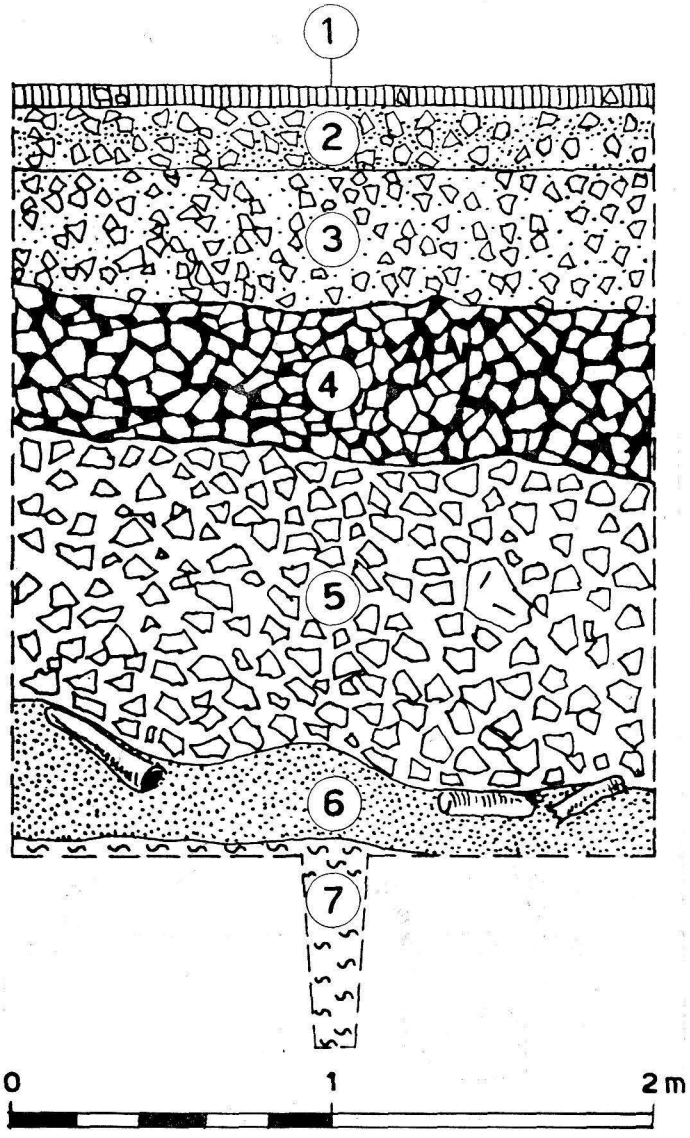
1 — humus z ekskrementi drobnice, 6 cm;
2 — droben apnenčev grušč s črnikasto infiltracijo, 20 cm;
3 — droben rumenkasto rjav grušč, 45 cm;
4 — debelo gruščnata, močno sprijeta breča, 45—75 cm;
5 — debel grušč z rjavkasto rumeno ilovnato primesjo, 95 cm;
6 — čista rdeča ilovica, z od stropa odpadlimi stalaktitnimi skorjami na zgornji meji, poprečno 28 cm;
7 — čista rumenkasta flišna ilovica, odkopane samo 75 cm.

Profil ne bi zbudil naše pozornosti, posebno ker so bile vse plasti v favnističnem in kulturnem pogledu popolnoma sterilne, če ne bi kazal presenetljive podobnosti s profili v paleolitskih jamah pri Prestranku, predvsem v Ovčji jami. V Ovčarskem spodmolu in v Ovčji jami tvori najglobljo bazalno plast sekundarni flišni nanos, ki je bržkone mindel-riške starosti. Medtem ko postavljamo flišne nanose v

[4] Podrobne podatke o legi jame in njenih razsežnostih navajajo F. Hribar, F. Habe in R. Savnik, Podzemeljski svet Prestranškega in Slavinskega Ravnika. Acta carsologica I, Ljubljana 1955, str. 96, 126 in 127.



Sl. 4. Ovčarski spodmol v Krkurjevcu. Talni načrt in prečni prerez vhodnega dela jame z vrisano sondo. — Abb. 4. Ovčarski spodmol v Krkurjevcu. Grundriß und Querschnitt des Höhleneingangs mit eingezeichneter Sonde.



Sl. 5. Ovčarski spodmol v Krkurjevcu. Profil zadnje stene sonde. —
Abb. 5. Ovčarski spodmol v Krkurjevcu. Profil der hinteren Wand der Sonde.

jamah v obrobju Pivške kotline, kjer leži Ovčja jama, v zvezo z ojezeritvijo kotline, to ne more veljati za Ovčarski spodmol. Jama se namreč odpira na zahodnem pobočju 17 m globokega Krkurjevca ali Ovčjega dola, največjega dola na Slavinskem Ravniku, ki je oddaljen od roba Pivške kotline nad 3 km. Med njo in Krkurjevcem se tudi dvigajo vzpetine z dokaj visoko ležečimi prelazi (preko 600 m n. m.), ki jih gladina pleistocenskega jezera v Pivški kotlini ni mogla nikoli doseči. Saj bi voda že prej našla odtok po niže ležečih prevalih, kot n. pr. pri Razdrtem (577 m) in pri Pivki (579 m). Podoba je, da je bila v starejšem pleistocenu denudacija eocenskega fliša, ki ga najdemo mestoma še na Prestranškem in Slavinskem Ravniku kot skromne denudacijske ostanke, zelo intenzivna. Flišni drobir, ilovice in peski, so se akumulirali na dnu dolov, v vrtačah in v podzemeljskih jamah, ki so delovale kot požiralniki. Tako je bil tudi dol Krkurjevec nekoč zapolnjen s flišno naplavino vsaj do višine, v kateri smo v Ovčarskem spodmolu pri odkopu sonde zadeli na flišno ilovico (plast 7, ca. 578 m n. m.). Razsežnosti sonde so bile premajhne, da bi mogli zanesljivo ugotoviti morebitno diskordanco med flišno ilovico in više ležečimi pleistocenskimi sedimenti. Ta je bila ugotovljena v več jamah v okolici Postojne in Prestranka in celo v Črnem Kalu pri Kopru (S. Brodar, 1958). Po diskordanci sklepamo, da so bile jame nekoč mnogo više zatrpane s flišnimi ilovicami, da pa so bile pozneje nekje bolj, drugod manj, ponekod pa skoraj popolnoma erodirane. Do popolne odstranitve sekundarnega fliša je prišlo verjetno v dolu Krkurjevcu, v Ovčarskem spodmolu pa se je flišni nanos ohranil, ker je spodmol, zatrpan s flišem, izgubil vlogo požiralnika.

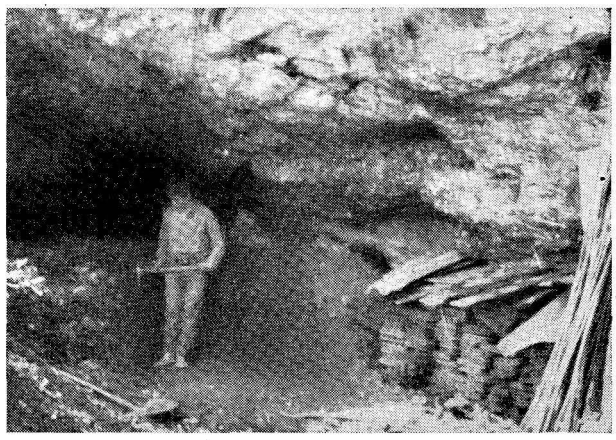
Za flišnimi ilovicami navzgor sledi v Ovčarskem spodmolu plast rdeče ilovice (6), najverjetneje riško-würmske starosti, na zgornji meji s sigovimi skorjami, ki so se odluščile od stropa. Na teh skorjah, ki nedvomno nakazujejo prvi nastop zmrzali bližajoče se poledenitve, leži debel paket krioklastičnih sedimentov (5 in 3), ostrorobatih avtohtonih gruščev, ki jih je zmrzal za časa würmske poledenitve oddrobila od jamskega stropa in sten. Grušče prekinja od 45 do 75 cm debel brečast grušč (4), katerega sprijetost je tolmačiti kot prekinitev delovanja zmrzali v dobi občutnega zboljšanja klime z otoplitvijo in povečanjem humidnosti. Kateremu würmskemu interstadialu bi bilo prisoditi izločanje sigovega lepila med debel grušč plasti 5, je zaradi pomanjkanja paleontoloških in arheoloških najdb težko odločiti. Če se opremo na stratigrafske izsledke v Zakajenem spodmolu pri Prestranku, kjer nastopa podobna brečasta plast pod plastjo z epigravettienom, ki sodi časovno v starejši dryas, bi bila zasiganost plasti 4 v Ovčarskem spodmolu verjetno učinek istega, torej böllingškega interstadiala.

Sondiranje v Ovčarskem spodmolu v Krkurjevcu nudi dvoje stratigrafsko pomembnih podatkov za raziskovanje kvartarja na Krasu, ki ponovno potrjujeta glavne faze v razvoju kraških jam po

S. Brodarju. Prvič prisotnost starega vodnega flišnega nanosa, drugič akumulacijo paravtohtonih in avtohtonih pleistocenskih sedimentov, in sicer riško-würmsko rdečo ilovico, na kateri leže, kakor v drugih že raziskanih jamah Prestranške okolice, zajetni krioklastični sedimenti würmskega glaciala.

3. Spodmol pri Paleški

Nekaj deset metrov v levo od vozne poti h Kmetijskemu posestvu Prestranek, blizu njenega odcepa od ceste Prestranek—Orehek, stoji manjša stanovanjska hiša. Neposredno za njo se dviga strmi rob Pre-



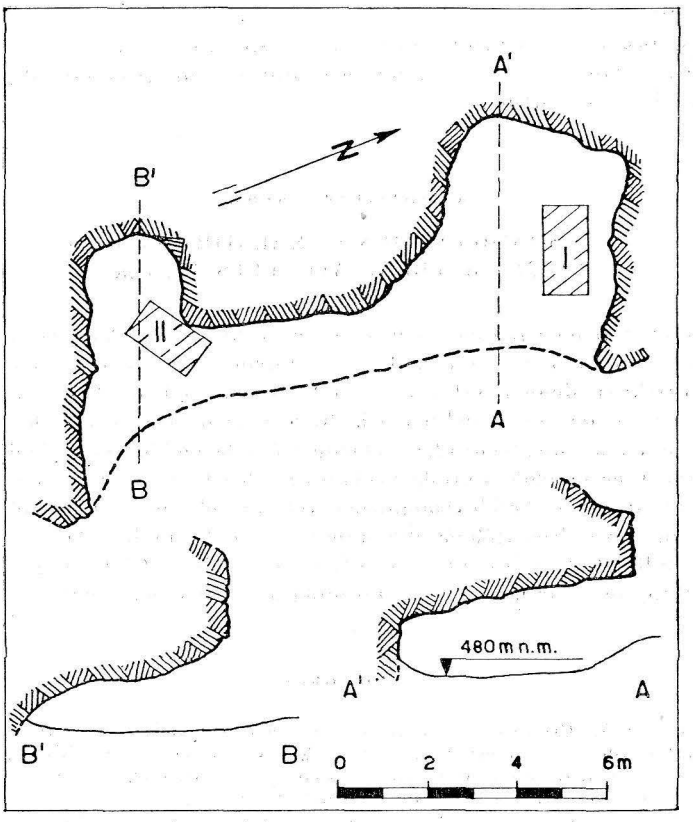
Sl. 6. Spodmol pri Paleški. Levo vhodno krilo. — Abb. 6. Spodmol pri Paleški. Linke Seite des Eingangs.

stranškega Ravnika. Tik za hišo se odpira pod apneniško steno vhod v Spodmol pri Paleški, nekako v višini 480 m n. m. Okoli 11 m široki vhod je največ šibka dva metra visok. V notranjost spodmola se je mogoče splaziti le nekaj metrov daleč, in to samo na desnem in levem krilu, kjer se spodmol razširi v manjša podzemeljska prostora (glej sl. 6).

Po pripovedovanju stanovalcev hiše je bil spodmol še pred nedavnim časom popolnoma zatrpan z ilovnatim gruščem. Odkopali so ga, da so si pod skalnim stropom uredili drvarnico in kurnik. Tako je nasipana ploščad pred spodmolom večji del njihovo delo. Pri odstranjevanju sedimentov so naleteli na precejšnje število živalskih kosti in celo na nekaj lobanj večjih sesalcev.

V spodmol smo prišli torej prepozno. Kljub temu smo se odločili, da izkopljemo eno ali več poskusnih sond z upanjem, da morda le niso bili odstranjeni vsi fertilni sedimenti. Dne 18. avgusta 1964 smo izkopali najprej na desnem krilu spodmola sondo I (1 × 2 × 0,66 m),

nato pa še na levem sondo II, razsežno 1 × 1,65 × 1,73 m (glej sl. 7). V sondi I se je pokazalo, da so bili odstranjeni vsi avtohtoni jamski sedimenti, razen borih 36 cm drobnega grušča, pomešanega z rumenkasto rjavo ilovico. Pod njim smo naleteli na peščeno zelenkasto flišno ilovico, katere smo izkopali le 30 cm. Podobna je bila situacija tudi



Sl. 7. Spodmol pri Paleški. Talni načrt z vrisanima sondama. — Abb. 7. Spodmol pri Paleški. Grundriß des Abris mit eingezeichneten Sonden.

v sondi II, le da sta bili na njenem skrajnem notranjem delu ohranjeni od zgoraj navzdol plasti gruščnatega humusa (23 cm) in drobnega grušča, pomešanega z drobtinčasto sigo (30 cm), za katerim je sledil droben grušč z rjavkasto ilovnato primesjo (1,20 m) in pod njim flišna ilovica. Vse v obeh sondah ugotovljene plasti so bile popolnoma sterilne. Omeniti pa moramo najdbo prežvekovalskega zoba, nedaleč od sonde I v površinskem grušču. Zob je nedvomno fosilen. Po obliki in dimenzijah pripada velikemu jelenu, verjetno vrsti *Cervus megaceros*. Iz te skromne najdbe lahko sklepamo, da so pri prirejanju spodmola

odstranjene plasti vsebovale ostanke pleistocenske, najverjetneje würmske favne, nikakor pa ne holocenske. Ne izključujemo pa možnosti, da je bila v Spodmolu pri Paleški skoraj povsem uničena paleolitska postaja. Ob jamskih stenah je ostalo še nekaj neokrnjenih sedimentov, ki bi pri obsežnejših izkopavanjih morda potrdili naše slutnje. Toda večjih zemeljskih del sedanji uporabniki spodmola verjetno ne bi dovolili.

Kot pozitiven rezultat sondiranj v Spodmolu pri Paleški smemo smatrati ugotovitev flišnega nanosa tudi v tem kraškem objektu na obrobju Pivške kotline.

Zusammenfassung

SONDIERUNGEN IN KARSTHÖHLEN DER UMGEBUNG VON PRESTRANEK

Im vorliegenden Bericht über Versuchsgrabungen in der Umgebung von Prestranek (Slowenien) werden drei Karsthöhlen, der Spodmol na Slatnah, der Ovčarski spodmol v Krkurjevcu und der Spodmol pri Paleški behandelt. Die in den Sonden festgestellten Schichten zeigten eine überraschende Ähnlichkeit mit den entsprechenden Schichten der benachbarten paläolithischen Stationen. Eine besonders große Bedeutung schreibt der Autor dem Erscheinen altpleistozäner Anschwemmungen von Flyschsanden und Lehmen zu, welche in allen drei Höhlen die unterste Schicht bilden. Die Grabungen haben die Richtigkeit des von S. Brodar festgestellten Zyklus in der Höhlenentwicklung des Karstgebiets von Postojna aufs neue erwiesen.

Literatura

Brodar S., 1952, Prispevek k stratigrafiji kraških jam Pivške kotline, posebej Parske golobine. Geografski vestnik XXIV, str. 43—76. Ljubljana.

— 1958, Črni Kal, nova paleolitska postaja v Slovenskem Primorju. Razprave IV. razr. SAZU IV, str. 269—364. Ljubljana.

Osole F., 1961, Parska golobina, paleolitska postaja v Pivški kotlini. Razprave IV. razr. SAZU VI, str. 437—498. Ljubljana.

— 1962, Zakajeni spodmol pri Prestranku. Varstvo spomenikov VIII, str. 222 in 223. Ljubljana.

— 1963, Mlajši paleolitik iz Ovčje jame. Arheološki vestnik XIII/XIV, str. 129—156. Ljubljana.

Rakovec I., 1954, Povodni konj iz Pivške kotline. Razprave IV. razr. SAZU II, str. 297—317. Ljubljana.

POROČILO O BARVANJIH V DIMNICAH IN V TRIGLAVSKEM BREZNU V LETU 1964

(Z 1 sliko)

REPORT ON THE WATER TRACINGS IN DIMNICE CAVE AND TRIGLAV POTHOLE IN THE YEAR 1964

(With 1 figure)

IVAN GAMS

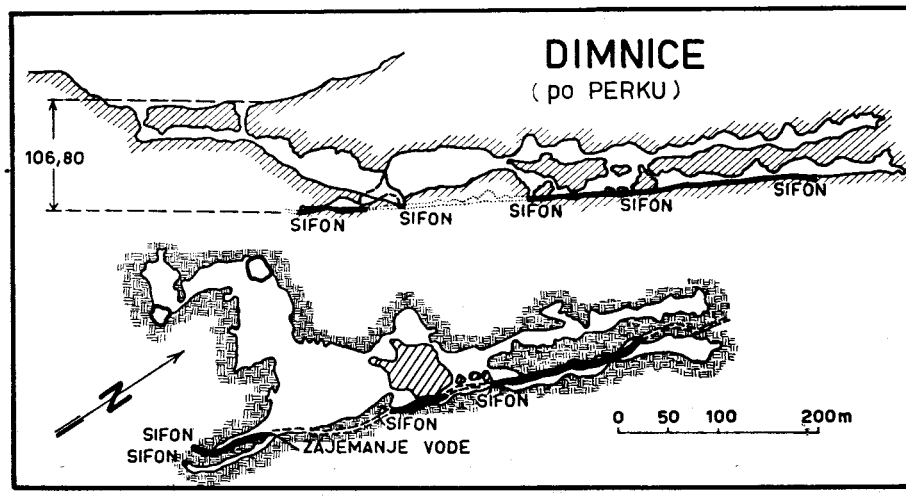
V jami Dimnice pri Markovščini je najti flišni prod, pesek in mivko v plasteh med sigo, v stenah predorov in udorov pa v kupih, ki ločijo posamezne dvoranice zgornje, turistične etaže. Očitno je to gradivo svoj čas zapolnjevalo do stropa ne le spodnjo, temveč tudi zgornjo jamo, ki jo je izdelal potok, pritekajoč s fliša. Ta potok v spodnji, vodni etaži še zdaj prenaša flišno gradivo. Glede na položaj more pritekati z Brkinov iznad Slivja, kjer pa sega ponorna jama Slivarskega potoka po obstoječih podatkih (prim. tudi W. Maucci, Inghiottitoi fossili e Paleoidrografia epigea del Solco di Aurisina [Carso triestino]. Premier Congrès international de Spéléologie, Paris 1953, II, 1) pod višino Dimnic. Približno toliko je jama oddaljena tudi od sosednjega potoka, ki ponika na kraju slepe doline pod vasjo Velike Loče. Semkaj priteka ob nizki vodi samo potok od severovzhoda, ob višji pa tudi voda iz studenca pod vasjo in izpod Slivja (glej I. Gams, Slepe doline Slovenije, Geografski zbornik VII, Ljubljana 1962, karta I in karta II). Ker je tudi jama usmerjena proti pol kilometra oddaljeni dolini pri Velikih Ločah, je že I. A. Perko (Die Tropfstein- und Wasserhöhle »Dimnice« [Rauchgrotte] bei Markovsina in Istrien [Österreich]. Mitt. d. Geogr. Ges. in Wien, 52, Wien 1909, str. 234) zagovarjal to zvezo, ne da bi navedel dokaze. Po njem se ista voda po 750 m spet pojavi v Skalonovem breznu pri Markovščini v končnem sifonu, ki je le 9,5 m nižji od odtočnega sifona v Dimnicah. Perko navaja, da je to zvezo ugotovil s kuhinjsko soljo. Ker ne navaja podobnega poskusa za ugotovitev zveze med Velikimi Ločami in Dimnicami, ni gotovo, če je ta zveza že bila kdaj ugotovljena. V literaturi o tem ni zapiskov.

Ob našem barvanju je imela ponornica pod Velikimi Ločami pri srednji vodi ocenjenih 30 l/sek pretoka s temperaturo 6,8° C. Z vodnikom po Škocijanskih jamah Lojzem Umekom sva 29. decembra 1964 ob 10.04 uri zlila v ponor vodo, v kateri sva raztopila 0,6 kg Na fluoresceina. V jami sva zajemala vzorce pri opuščenem zajetju za vodovod, ki je po drugi svetovni vojni le nekaj dni dovajal vodo v Markovščino. Potok je imel približno enak pretok kot pod Velikimi Ločami, a za 1,2° višjo temperaturo (8,0°). Vzorce sva zajemala ta in še naslednji dan, a samo podnevi, kadar nama je to dovoljevalo drugo, poglavitno jamsko delo. Analizirali so jih v laboratoriju Hidrometeorološkega zavoda Slovenije za Bežigradom (Ljubljana). Dobljeni rezultati so naslednji:

Zajetja 29. decembra 1964: ob 10.44 — negativno
ob 11.45 — negativno
ob 12.55 — negativno

ob 14.05 — negativno
ob 15.00 — negativno
ob 15.15 — negativno
ob 18.13 — znatno obarvanje

Zajetja 30. decembra 1964: ob 11.45 — znatno obarvanje
ob 12.30 — obarvana voda
ob 13.30 — obarvana voda
ob 18.15 — slabotna obarvanost



Ker se je koncentracija 30. decembra zmanjševala, je bil vrh obarvanja nedvomno ponoči. Računajoč od začetka obarvanja je potok za podzemeljsko pot potreboval 8 ur in 11 minut. Pri zračni razdalji 0,5 km je tekel s približno hitrostjo 1 m/min.

*

Čeprav je vhod v *Triglavsko brezno* oddaljen le nekaj sto metrov od zgornjega roba Severne Triglavske stene, ni bilo gotovo, ali odteka njegova voda v podnožju stene v izvir Bistrice na začetku Vrat, ker visijo v steni skladi dachsteinskega apnenca proti jugu in ker so izviri Soče v Zadnjici in v Trenti nižji. Na topografski karti GI JNA v merilu 1 : 100.000, sekcija Bled, je izvir Bistrice v n. v. 1160—1180 m, izviri Zadnjice pod Luknjo so v višini nad 1000 m, izvir Soče pa v višini le 916 metrov. Čeprav nimajo večjega zaledja, so soški izviri precej vodnati.

Da bi ugotovili to zvezo, smo raziskovanje Triglavskega brezna v sodelovanju z jamarji Speleološkega društva iz Chelsea (London) izkoristili za barvanje potočka, ki teče ob taljenju Triglavskega lede-

nika v Triglavsko brezno. Dne 18. avgusta 1964 sva s pomožnim jamskim vodnikom A. Vadnjalom raztopila 12 kg Na fluoresceina v tolmunu, v katerega pritega ledeniška voda, in jo ob 13.15 uri spustila v 8 m oddaljeno, z gruščem zapolnjeno špranjo pred vhodom v brezno. Iz prejšnjih raziskav vemo, da se ta curek vode pojavi v Ledeni dvorani pri tč. 9 na načrtu, ki je objavljen v članku I. Gams, Triglavsko brezno, Naše jame III, 1961, str. 5. Nato pada na led v dnu Gigantskega brezna, kjer izginja med tč. 18 in 26. Angleški jamarji so po našem obarvanju našli zeleno obarvane ledene stene v navpični luknji v čepu na dnu tega brezna.

Pismeno ali ustmeno smo zaprosili, da naj opazujejo, ali se bo pojavila obarvana voda: upravo jeseniškega vodovoda za izvir pod Peričnikom, uslužbence v elektrarni v Radovni za to rečico (više ob njej, pri kredokopu, smo sami zajeli vzorec dne 25. avgusta ob 13. uri), gozdno upravo v Stari Fužini za izvire Mostnice, in upravo doma Zlatorog v Trenti za tamošnji odsek Soče. A. Vadnjal je 20. avgusta med 16. in 20. uro zajel vzorce na izvirih Zadnjice pod Luknjo in v njenem izlivu v Sočo. Na vseh teh opazovališčih obarvane vode niso zasledili.

Redno smo vzorce vode zajemali na Bistrici v Vratih 300 m niže vrhnjih izvirov, ki so bili zaradi hitrega topljenja ledenika precej vodnati. Prve tri dni smo zajemali vsake tri ure, nato do 28. le enkrat na dan. Od 23. do 28. avgusta je zajemal vzorce Ivan Brejc, uslužbenec Aljaževega doma v Vratih.

Z Urošem Župančičem sva bila 19. avgusta ob 12.35 priči, kako je na najzgornejšem izviru v dnu gruščnate struge Bistrice pričela teči na oko vidna barvana voda. Malo kasneje se je pojavila obarvana voda tudi v sosednjem izviru niže steze, ki prečka potok v smeri Praga, in tudi v izviru, ki nekaj sto metrov niže obdobno teče izpod ogromnega melišča pod Luknjo. Ta izvir je ob planinski stezi levo nad Bistrico, ki jo doseže po nekaj deset metrov dolgi strugi. Iznad izvira je rahla grapica usmerjena proti Luknji. To dokazuje, da dobiva Bistrica vodo izpod omenjenega melišča, v katerem se niže doli razleze. Morebiti dovajajo vodo v melišče skalni kanali na sklepu doline Vrat, kjer je ob Jugovi grapi vidna v apneniški skladovnici tektonska premaknitev. Ista prelomnica poteka verjetno tudi čez vhod v Triglavsko brezno, kjer so razgaljene tektonske breče.

Bistrica je tekla na oko vidno zeleno obarvana skoraj teden dni. V laboratoriju Hidrometeorološkega zavoda SR Slovenije za Bežigradom so prisodili vzorcu, zajetem 23. avgusta ob 10. uri, koncentracijo 10^{-8}. Vzorci naslednjih petih dni so imeli koncentracijo okoli 10^{-9}, prav tako tudi še 28. avgusta, ko smo zajemanja prekinili.

Ker je bila Bistrica po nalivih 18. in 19. avgusta tako velika, da je tekla do spomenika padlim planincem ali celo dalje do Aljaževega doma, je verjetno, da je v njej odteklo vse barvilo in da vode iz Triglavskega brezna ne tečejo v kako drugo smer.

Po karti okoliša Triglavskega ledenika v Geografskem zborniku III (Drago Meze, Ledenik na Triglavu in na Skuti, Ljubljana 1955, str. 13) znaša zračna razdalja med Triglavskim breznom in izvirom Bistrice okoli 1250 m. Ker je vhod v brezno v n. v. 2400 m, znaša višinska razlika okoli 1220 m. Za to pot je obarvana voda potrebovala 23 ur 40 minut. Ob domnevi, da teče najprej navpično in nato vodoravno, znaša njena podzemeljska pot 2470 m. Ob obarvanju je tekla z brzino 1,7 m na minuto.

Summary

REPORT ON THE WATER TRACINGS IN DIMNICE CAVE AND TRIGLAV POTHOLE

The brook sinking on the foot of the Flysh hills of Brkini at the end of the blind valley near the village Velike Loče (Karst, Slovenia) was dyed by means of 0,6 kg Na fluoresceine at 10.04 a. m. on 29th Dec. 1964 by the Institute for Karst Research of the Slovene Academy of Sciences and Arts at Postojna. The dyed water appeared 8 hours later in the lower floor of the 0,5 km distant cave Dimnice to the north of the village Markovščina, where flysh pebbels occur in the upper floor as well, as the lower one.

On 18th Aug. 1964 during the speleological investigations of Triglav pothole (Triglavsko brezno) the same Institute dyed, by means of 12 kg Na fluoresceine, the brooklet flowing at the lower end of the Triglav glacier — altitude 2400 m — into Triglav pothole (— 280 m, Julian Alps, Slovenia). After a heavy downpour in the night, the dyed water appeared 23 and half hours later in the spring of the river Bistrica, which lies 1220—1240 m lower than the ponor, at the end of the valley Vrata at the foot of the Northern Triglav wall. Simultaneously all the other important springs at the end of the valleys in the Triglav mountains were under observation and nowhere did the dyed water appear. We can therefore asume that neither the southwards dipping of the Dachstein limestone, nor the lower altitude of the springs of the river Soča (Isonzo) bear any influence upon the outflow of this abyss, which flows to the nearest spring, i. e. Bistrica.

DIE DIPLOPODEN SLOWENIENS

(Mit 35 Textabbildungen)

KAČICE *(DIPLOPODA)* SLOVENIJE

(S 35 slikami)

KARL STRASSER

Seit meiner 1940 erschienenen Arbeit über die »Diplopoden des jugoslawischen Draubanats« ist aus dem Draubanat des jugoslawischen Königreiches die Republik Slowenien des jugoslawischen Föderalstaates geworden; damit war nach Westen und Süden hin ein bedeutender Gebietszuwachs verbunden.

Wenn ich mich nun erneut mit den Diplopoden dieses Landes beschäftige, so spielt hierbei gerade dieses ehemals italienische Gebiet, besonders der Raum Idrija—Postojna—Il. Bistrica, die Hauptrolle.

Das Material, das dieser Arbeit als Grundlage dient, besteht im wesentlichen aus:

1. Einer reichhaltigen Sammlung des INŠTITUT ZA RAZISKOVANJE KRASA SAZU (Institut für Karstforschung der Slowenischen Akademie der Wissenschaften und Künste) in Postojna. Sie wurde in den Jahren 1951—1961 zum allergrößten Teil von meinem Freund EGON PRETNER zusammengebracht und enthält Funde aus ungefähr 100 Höhlen Sloweniens, wovon weitaus die meisten im ehemals italienischen Gebiet gelegen sind; oberirdische Funde sind nur ausnahmsweise berücksichtigt.

2. Einsammlungen des SLOWENISCHEN VEREINS FÜR HÖHLENFORSCHUNG in Ljubljana, sowie des ZOOLOGISCHEN INSTITUTS DER UNIVERSITÄT in Ljubljana und des Herrn EGON PRETNER, die noch aus der Zeit vor dem letzten Krieg stammen und Höhlenfunde aus dem alt-jugoslawischen Gebiet Sloweniens umfassen; sie enthalten auch einige wenige, nicht in Höhlen gemachte Funde.

3. Meine eigenen, größtenteils noch nicht publizierten, teils ober-, teils unterirdischen Aufsammlungen in der näheren und weiteren Umgebung von Triest.

Bereits 1940 habe ich feststellen müssen, daß unsere Kenntnisse der Diplopoden Sloweniens recht ungleichmäßig waren, da die Höhlenfauna im allgemeinen viel gründlicher erforscht worden war als jene der Oberfläche. Diese Feststellung gilt durchaus auch für das im folgenden behandelte Material, wovon die Oberflächenfauna in stärkerem Grad nur von mir selbst gesammelt worden ist. Es wäre sehr wünschenswert, wenn hierin in absehbarer Zeit ein Ausgleich stattfinden würde, d. h. wenn in der Folge die Sammler in Slowenien die Oberflächenfauna stärker berücksichtigen würden als bisher, da unsere Kenntnisse derselben heute noch zu gering sind, um eine ins einzelne gehende Auswertung nach geographischen und anderen Gesichtspunkten zu ermöglichen.

Das behandelte Gebiet deckt sich nicht ganz mit den politischen Grenzen Sloweniens. Mit einbezogen wurde der schmale italienische

Karststreifen bei Triest (Aurisina—Opicina—Basovizza), der mit seinem jugoslawischen Hinterland den »Triester und Nordistrischen Karst« bildet. Nicht berücksichtigt wurde dagegen das küstennahe Gebiet Istriens, also der Raum Koper—Piran—Umag, ebensowenig wie der Abfall des Karstplateaus zur Stadt Triest und zum Meer, weil sich in dieser Küstenzone der mediterrane Einfluß bemerkbar macht und die Fauna Elemente enthält, die dem slowenischen Inland sonst fremd sind.

An inzwischen erschienenen Schriften, die sich mit Diplopoden Sloweniens beschäftigen, habe ich außer meinem kleinen Beitrag über »Diplopoden aus dem Julischen Karst« (1942) besonders die nachgelassene Arbeit von ATTEMS »Die Myriopoden der Höhlen der Balkanhalbinsel« (1959) zu erwähnen. Diese ausgezeichnete Arbeit, die u. a. auch wegen der darin enthaltenen Verbreitungsverzeichnisse wertvoll ist, enthält nur relativ wenige neue Nachweise aus »Südsteiermark« und »Krain«, also dem Gebiet des heutigen Sloweniens. Es ist dies verständlich, wenn man berücksichtigt, daß von den 206 Höhlen, die ATTEMS das Material lieferten, nur 3 in »Südsteiermark« und 18 in »Krain« liegen.

Von einer Zusammenstellung der Höhlen und der Charakterisierung derselben, wie ich sie 1940 gegeben habe, will ich aus Raumgründen absehen, verweise aber zu deren Identifizierung auf die im folgenden Fundverzeichnis jeweils angegebenen Katasternummern der Höhlen. Diese Nummern beziehen sich für die auf jugoslawischem Gebiet gelegenen Höhlen auf den Höhlenkataster Sloweniens (S.) bzw. Kroatiens (Hr.), für die Höhlen des italienischen Gebietes auf den Höhlenkataster der Venezia Giulia (V. G.). Für eine grobe geographische Orientierung dienen die Ziffern 1—6, mit welchen die einzelnen Gebiete bezeichnet sind, wobei ich im allgemeinen die Einteilung von 1940 beibehalten habe; allerdings sind, wie aus dem Kärtchen (Abb. 1) ersichtlich, einzelne Gebiete gegenüber früher bedeutend nach Westen erweitert. Als neues kommt der »Triester und Nordistrische Karst« (4 a) hinzu. Es bedeutet:

1 — Julische Alpen;
2 — Bergland von Škofja Loka, Trnovski gozd (Tarnowaner Wald) und Hrušica (Birnbaumer Wald);
3 — Slowenien nördlich der Save;
4 — Innerkrainer Hochkarst;
4 a — Triester Karst und Nordistrien;
5 — Unterkrainer Hochkarst;
6 — Unterkrainer Hügelland und Gorjanci-Gebirge.

Das Gebiet 3 ist nicht einheitlich, weil es von mehreren Gebirgszügen oder -stöcken eingenommen wird (Karawanken, Savinjske Alpe [Sanntaler Alpen], Pohorje [Bachergebirge], Bergland von Celje). Aus

den Karawanken liegen überhaupt keine Funde vor, wenige aus den anderen Gebirgen, so daß eine weitere Unterteilung unzweckmäßig wäre. Von den Gebieten südlich der Save sind 1 und 2, sowie 2 und 4 a gut voneinander getrennt, während der Übergang zwischen den anderen ein mehr allmählicher ist und keine scharfe geographische Grenze bildet.

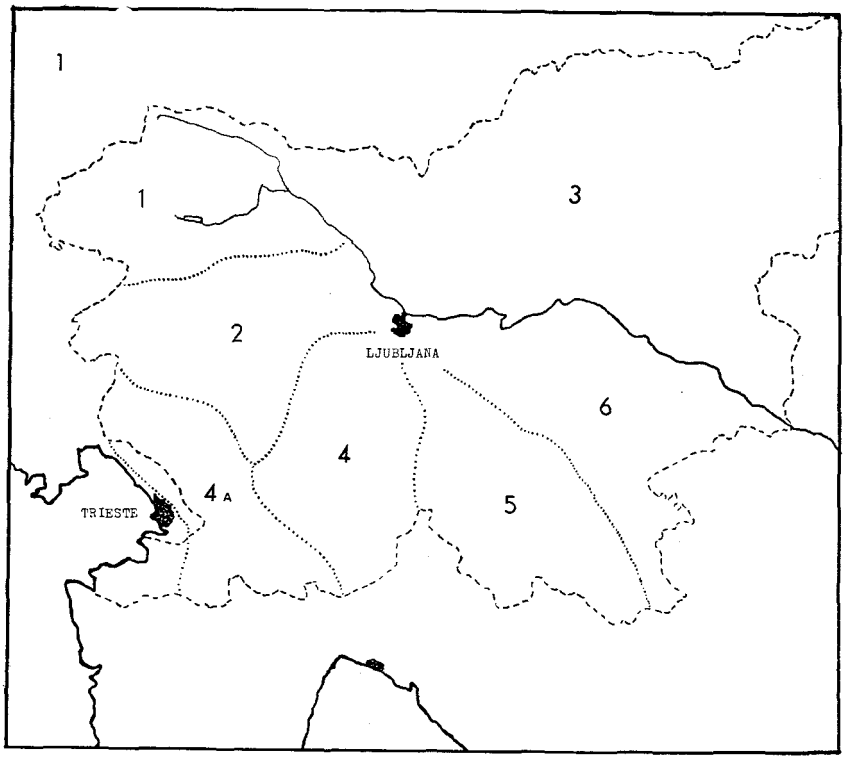


Abb. 1. Slowenien mit den Untergebieten: (1) Julische Alpen, (2) Bergland von Škofja Loka, Trnovski gozd und Hrušica, (3) Slowenien nördl. der Save, (4) Innerkrainer Hochkarst, (4 a) Triester Karst und Nordistrien, (5) Unterkrainer Hochkarst, (6) Unterkrainer Hügelland und Gorjanci-Gebirge. — Sl. 1. Slovenija s pokrajinami: (1) Julijske Alpe, (2) Škofjeloško hribovje, Trnovski gozd in Hrušica, (3) Slovenija severno od Save, (4) Notranjski visoki kras, (4 a) Tržaški Kras in Istra, (5) Dolenjski visoki kras, (6) Dolenjsko gričevje in Gorjanci.

Es sind nur jene Fundorte angegeben, von welchen das eingangs erwähnte Material stammt. Die zahlreichen von ATTEMS (1929) publizierten Fundorte sowie meine Fundortangaben von 1940 sind nicht wiederholt, im Gesamtverzeichnis aber natürlich berücksichtigt. Die Höhlenvorkommen sind mit + gekennzeichnet.

Pselaphognatha

Polyxenus lagurus auct.

4 a. + Bergwerkstollen bei Žirje, Sežana

Plesiocerata

Trachysphaera noduligera VERHOEFF

2. Trnovski gozd (Nemci, Lokve, M. Golaki, Vel. Ojstrovica, Zeleni rob)
2. Nanos (oberh. Vel. Ubeljsko, Suhi vrh)
4. Zlatna bei Senožeče
4. + Schacht bei Zavinka jama, Senožeče (S. 2333)
4 a. Branicatal bei Štanjel
4 a. + Škocjanske jame (S. 733)
4 a. Slavnik

Glomeridella minima LATZEL

1. Mangrt-Alm
2. Trnovski gozd (M. Golaki, Vel. Ojstrovica, Zeleni rob)
2. Nanos (Suhi vrh)

Glomeris conspersa C. L. KOCH

zahlreich in den Julischen Alpen, Trnovski gozd, Hrušica, Gegend von Senožeče, Divača, Triester Karst, Nordistrien; aus Höhlen:

4 a. + Pečina v borštu bei Obrov, Nordistrien (S. 933)
4 a. + Velika Kozinska jama bei Herpelje (S. 848)
4 a. + Schacht bei Jamiano, Monfalcone (V. G. 1074), überall nur trogloxen.

Glomeris guttata RISSO

1. Mangrt-Alm

Glomeris hexasticha BRANDT

2. Trnovski gozd (Weg auf der Nordseite des Zeleni rob = Belvedereweg)
4 a. Wald von Lipica (Lipizzaner Wald)
4 a. + Brimšca bei Brezovica, Nordistrien (S. 1132)

Glomeris norica LATZEL

2. Trnovski gozd (Ajdovščina—Predmeja)
2. Nanos (oberhalb Razdrto, Jerlovše)

Glomeris ornata C. L. KOCH

2. Hrušica (Debeli vrh, Vodice)
2. Trnovski gozd (Mrzovec, Belvedereweg)

Haploglomeris multistriata C. L. KOCH

2. Trnovski gozd (Turški klanec, M. Golaki, Zeleni rob, Belvedereweg)
2. Nanos (Pleša, Debeli vrh, Suhi vrh)
4. Sv. Trojica bei Pivka
4. Zlatna bei Senožeče

Strasseria mirabilis VERHOEFF

4. a. + Wasserschlinger Draga bei Ponikve na Krasu (S. 972)
4 a. + Grotta Azzurra bei Aurisina (Pečina na Leskovcu) (V. G. 257)

Ascospermophora

Acherosoma VERHOEFF

Die Prüfung des aus 23 Höhlen stammenden Materials hat eine relative Konstanz der vorderen, dagegen eine starke Variabilität der hinteren Gonopoden ergeben; diese dürfen daher in systematischer Hinsicht nur mit Vorsicht verwendet werden.

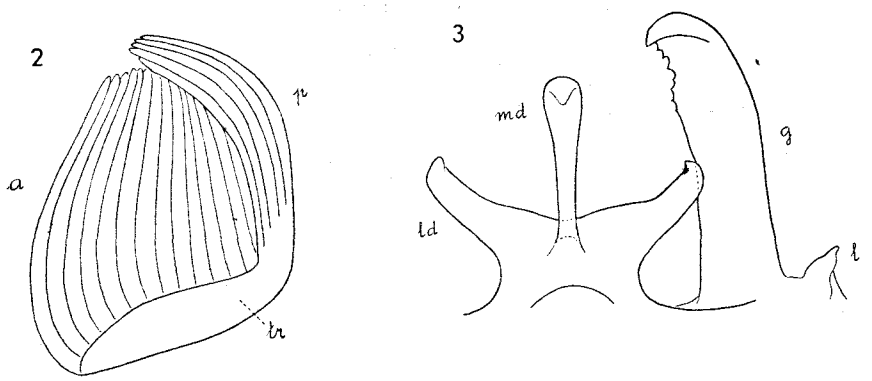


Abb. 2. *Acherosoma circoniense* STRASSER. - Grannenapparat in Seitensicht (transversal), stark vergr.; *tr* Grannenträger, *a* vordere, *p* hintere Grannen. — Sl. 2. *Acherosoma circoniense* STRASSER. — Aparat iz res s strani (transverzalno), zelo povečan; *tr* nosilec res, *a* sprednje, *p* zadnje rese.

Abb. 3. *Acherosoma tridentis* VERHOEFF (von Predjama). - Podosternit der hinteren Gonopoden von vorn; *l* seitlicher Sternitlappen, *g* gonopodiale Fortsätze, *md* mittlerer, *ld* seitlicher Fortsatz des Mittelaufsatzes. — Sl. 3. *Acherosoma tridentis* VERHOEFF (iz Predjame). - Podosternit zadnjih gonopodov od spredaj; *l* stranska loputa sternita, *g* podaljški gonopodov, *md* srednji, *ld* stranski podaljški srednjega nastavka.

Die ein Syngonopodit bildenden, recht kompliziert gebauten vorderen Gonopoden sind von VERHOEFF für *troglodytes* und *tridentis* sehr eingehend besprochen worden. Zu den beifolgenden Abbildungen sei daran erinnert, daß der mediane basale Teil der hinteren Syncoxitwand von sehr zarter, elastischer Beschaffenheit ist (weshalb er bei der Präparation manchmal durchreißt). Er ist durchscheinend, so daß in der Ansicht von hinten der im Innern des Syncoxit, nämlich zwischen den Telopoditen vorn und der Syncoxitwand hinten, untergebrachte Grannenapparat sichtbar wird. Dieser Grannenapparat liegt also nur nach vorn offen u. zw. durch das mehr oder minder weite Fenster, das die Schäfte der Telopodite zwischen sich einschließen. Durch dieses Fenster ist auch das sog. Triangulum sichtbar, das eine Verlängerung der Syncoxitwand bildet. Genauer gesagt ist der mittlere Teil der Syncoxitwand nach vorn gegen die Telopodite ausgezogen und am Ende wieder gegen die Basis zurückgebogen. Die Grannen entspringen einer Leiste, die am Grunde des Syngonopodit sagittal verläuft. In der Ansicht von vorn oder von hinten scheinen die Grannen zwei getrennten Büscheln anzugehören. Dieser Eindruck entsteht dadurch, daß einerseits die beiden Grannenträger nicht genau parallel laufen, sondern etwas divergieren, und andrerseits die weiter vorn gelegenen, kürzeren Grannen gerade sind und einen Kamm bilden, während die hinteren, längeren Grannen zu einem nach vorn umgebogenen Büschel zusammengedrängt sind (Abb. 2).

Acherosoma tridentis VERHOEFF

2. + Ciganska jama bei Predgriže, Črni vrh (S. 493) (Loc. class.)
2. + Jurčkov brezen, Hotedršica (S. 267)
2. + Höhlensystem von Predjama (Luegger Höhlen) (S. 734)
4. + Gradišnica bei Logatec (S. 86)
4. + Mesarjev brezen oberhalb Grčarevec bei Planina (S. 969)

Die Art ist in beiden Gonopodenpaaren variabel. Am abweichendsten vom Typus fand ich die Tiere aus der Luegger Höhle (Predjama), bei welchen das Syngonopodit der vorderen Gonopoden oberhalb der Basis jederseits eingeschnürt ist, während sich das Podosternit der hinteren Gonopoden (Abb. 3) durch seinen Mittelfortsatz auszeichnet, da dieser aus schmaler Basis allmählich verbreitert ist und die Form einer Keule annimmt. Zur Unterscheidung von Lokalformen sind diese Unterschiede doch wohl zu geringfügig, auch das Material zu spärlich, um die genannten Merkmale auf ihre Konstanz prüfen zu können.

Acherosoma circoniense STRASSER

(Der Vollständigkeit halber sind auch die früher bekannten Fundorte angeführt):

4. + Kurent bei Dobec, Cerknica (S. 254) (Loc. class.)
4. + Gabrovška jama bei Dobec (S. 378)
4. + Guštinov kevderc bei Bezuljak, Cerknica (S. 256)
4. + Postojnska jama (Adelsberger Grotte) (S. 747) Pisani rov, Stara jama
4. + Črna jama bei Postojna (S. 471)
4. + Magdalena jama bei Postojna (S. 820)
4. + Osojca bei Belsko (S. 749)
4. + Medvedja jama am Medvedji hrib bei Zagon (S. 1629)
4. + Ruglovca bei Postojna (S. 42)

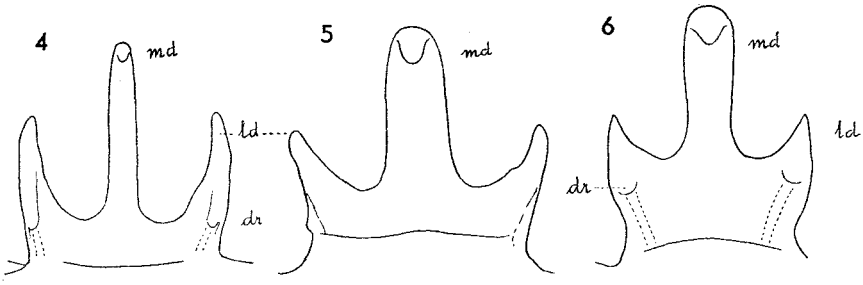


Abb. 4—6. *Acherosoma circoniense* STRASSER. - Mittelaufsatz der hinteren Gonopoden von vorn; *md* mittlerer, *ld* seitliche Fortsätze, *dr* Mündungen der Coxaldrüsen. 4) Von Guštinov kevderc bei Bezuljak (Cerknica), 5) von Postojnska jama, Pisani rov, 6) von Osojca Jama bei Belsko (Postojna) — Sl. 4—6. *Acherosoma circoniense* STRASSER. — Srednji nastavek zadnjih gonopodov od spredaj; *md* srednji, *ld* stranski podaljški, *dr* ustja koksalnih žlez. 4) Iz Guštinovega kevderca pri Bezuljaku (Cerknica), 5) iz Postojnske jame, Pisani rov, 6) iz Osojce jame pri Belskem (Postojna).

Die Variabilität der vorderen Gonopoden betrifft hauptsächlich die Coxithörner, die zwar immer kurz und nur wenig gebogen sind, jedoch schmal oder breit sein können. Der Vorsprung am Außenabfall der Telopodite ist immer vorhanden, meist in Form eines spitzigen Zackens oder 2—3 kleinerer Zähne, manchmal als stumpfe Ecke. Am Podosternit der hinteren Gonopoden variiert die Breite der beiden Zahnlamellen an den gonopodialen Fortsätzen, ebenso die Breite des Mittelfortsatzes. Bei den Tieren aus den Höhlen nördlich von Cerknica ist der Mittelfortsatz sehr schlank (Abb. 4), bei jenen aus den Höhlen um Postojna und Belsko viel breiter, gleichzeitig sind die Seitenfortsätze kürzer und weniger steil aufgerichtet (Abb. 5 und 6).

Acherosoma cariniferum STRASSER

4. + Zavinka jama bei Senožeče (S. 957) (Loc. class.)
4. + Markov spodmol bei Sajevče (S. 878)
4. + Požiralnik (= Wasserschlinger) Ponikve bei Sajevče (S. 903)
4. + Ogrizkov spodmol bei Sajevče (S. 923)

Ich zähle die Tiere aus der Umgebung von Sajevče zu dieser Art, weil die Telopodite der vorderen Genopoden in ihrem Endteil schmäler sind, höher über das Syncoxit vorragen und auch nicht so stark schräg gestellt sind wie bei *circoniense* und vor allem weil der für letztere Art charakteristische Zacken am Außenabfall derselben fehlt. Die hinteren Gonopoden stimmen mit jenen der Tiere aus der Zavinka jama darin überein, daß im Raum zwischen den beiden Lamellen der gonopodialen Fortsätze mehrere kräftige Zähne stehen. Die vordere Lamelle ist meist abgeschwächt, die hintere dagegen sehr breit. Der Mittelaufsatz ähnelt dagegen der Abb. 6 und am mittleren Fortsatz ist ein vorderer Kiel meist nicht erkennbar.

Acherosoma troglodytes (LATZEL) VERHOEFF

4. + Žegnana jama bei Orehek (S. 960)
4. + Pivka jama bei Orehek (S. 961) (nicht identisch mit der Pivka jama bei Postojna)

Diese Art ist im bearbeiteten Material zwar nicht in ♂♂ vertreten, doch gebe ich von derselben nach einem alten Fund aus der Žegnana jama eine Darstellung der vorderen Gonopoden von vorn (Abb. 7), weil die Abbildungen VERHOEFF's von 1930 undeutlich und zu stark verkleinert sind. Die Telopodite der vorderen Gonopoden weichen von jenen aller anderen Arten sehr stark ab, nicht nur weil sie viel kürzer sind und über das Syncoxit nicht vorragen, sondern auch wegen ihrer eckigen Form und weil sie nicht nach hinten gebogen sind und am Ende keinen umgeschlagenen Lappen tragen. Am meisten ähneln sie noch jenen von *circoniense*, mit dem sie auch im seitlichen Vor-

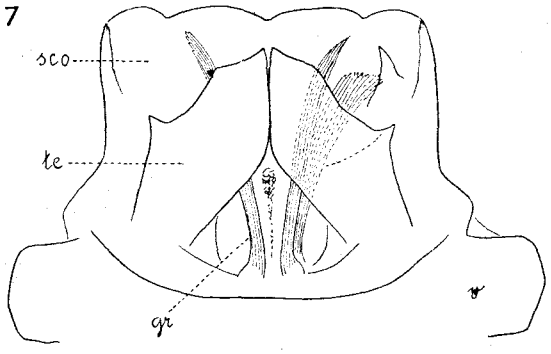


Abb. 7. *Acherosoma troglodytes* (LATZEL) VERHOEFF (Žegnana jama bei Orehek); - Syngonopodit der vorderen Gonopoden von vorn; *v* Sternit, *sco* Syncoxit, *te* Telopodit, *gr* Grannen. — Sl. 7. *Acherosoma troglodytes* (LATZEL) VERHOEFF (Žegnana jama pri Orehku); - singonopodit sprednjih gonopodov od spredaj; *v* sternit, *sco* sinkoksit, *te* telopodit, *gr* rese.

sprung übereinstimmen, der übrigens weit nach hinten gezogen ist. Für das Podosternit der hinteren Gonopoden ist der sehr breite, rundliche Mittelfortsatz und die ganz kleinen, stummelförmigen Seitenfortsätze des Mittelaufsatzes charakteristisch.

Acherosoma largescutatum idriense n. subsp.

2. + Jama pod Lešetnicami bei Kovačev rovt oberhalb Idrija (S. 1163) 22. 7. 1955, 1 ♂ und 1 L. 28 R., leg. E. PRETNER.

Die Zugehörigkeit zu *largescutatum* ist ohne weiteres aus den breiten Telopoditen der vorderen Gonopoden (Abb. 8) ersichtlich und aus den endwärtigen, umgeschlagenen Lappen derselben, u. zw. schließt sich *idriense* dem *largescutatum largescutatum* an, da der Außenrand der Telopodite wie bei diesem eckig vorspringt. Auch in der tiefen Bucht, die die Syncoxithälften medial trennt, herrscht Übereinstimmung mit den beiden anderen Rassen. Die Syncoxithörner sind bei *largescutatum* stets groß und ragen weit vor; während sie aber bei *largescutatum largescutatum* mäßig schlank und bei *largescutatum parallelum* sehr schlank sind, hat *l. idriense* viel breitere Hörner, die am Ende mit einer Längskante versehen sind.

Große Unterschiede bestehen in den hinteren Gonopoden (Abb. 9). Alle drei Fortsätze des Mittelaufsatzes sind stark verlängert und der sehr schmale Mittelfortsatz bleibt nur ganz wenig hinter dem Ende der Seitenteile zurück. Die Seitenfortsätze sind nicht wie bei den anderen Rassen nach außen gekrümmt, sondern vielmehr nach innen geneigt. Die breiten Seitenteile weisen, wie auch bei den anderen

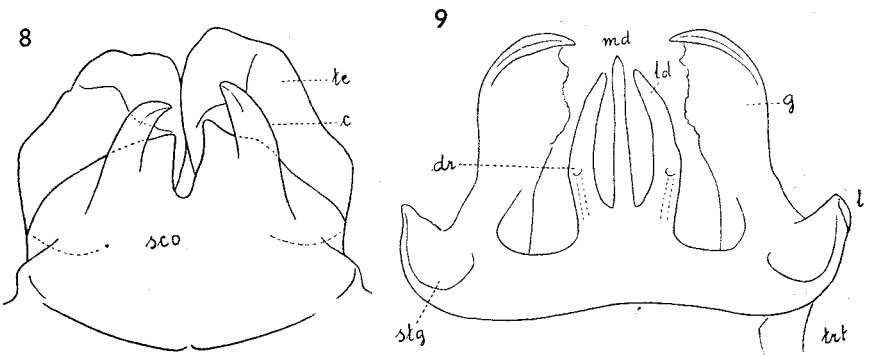


Abb. 8, 9. *Acherosoma largescutatum idriense* n. subsp. (Jama pod Lešetnicami). - 8) Syngonopodit der vorderen Gonopoden von hinten; *c* Coxithörner, sonst Bezeichnung wie früher. 9) Podosternit der hinteren Gonopoden von vorn; *stg* Stigmengruben, *trt* Tracheentaschen, sonst wie früher. — Sl. 8, 9. *Acherosoma largescutatum idriense* n. subsp. (Jama pod Lešetnicami). - Singonopodit sprednjih gonopodov od zadaj; *c* koksitni rožički, sicer označba kakor prej. 9) Podosternit zadnjih gonopodov od spredaj; *stg* jamice stigmov, *trt* žepi trahej, sicer kakor prej.

beiden Rassen, nur eine gezähnelte Lamelle auf u. zw. entspricht sie der hinteren. Eine am Außenrand entspringende Leiste ist zu einer scharfen, inneren Endspitze ausgezogen.

Die drei Rassen des *largescutatum* lassen sich wie folgt unterscheiden:

1. Der Außenrand der Telopodite der vorderen Gonopoden verläuft gerade *largescutatum parallelum* STRASSER 1940

— Der Außenrand springt eckig vor . . . . . 2)

2. Hörner des Syncoxit sehr breit. Telopodite der hinteren Gonopoden mit scharfer Endspitze, Fortsätze des Mittelaufsatzes sehr lang und schlank *largescutatum idriense* n. subsp.

— Hörner des Syncoxit schmal. An den Telopoditen der hinteren Gonopoden keine Endspitze. Fortsätze des Mittelaufsatzes kürzer *largescutatum largescutatum* STRASSER 1935

Acherosoma hadzii n. sp.[1]

4. + Golobinja na Dolnjih Ravnah beim See von Petelinje (Petelinjsko jezero) (S. 1664). 1 ♂ am 11. 10. 1957, leg. E. PRETNER.

Die Telopodite der vorderen Gonopoden (Abb. 10, 11) ragen weit über das Syncoxit vor. Sie sind nur wenig schräggestellt, haben gerade Außenränder, sind am Ende abgerundet, hier aber weder besonders

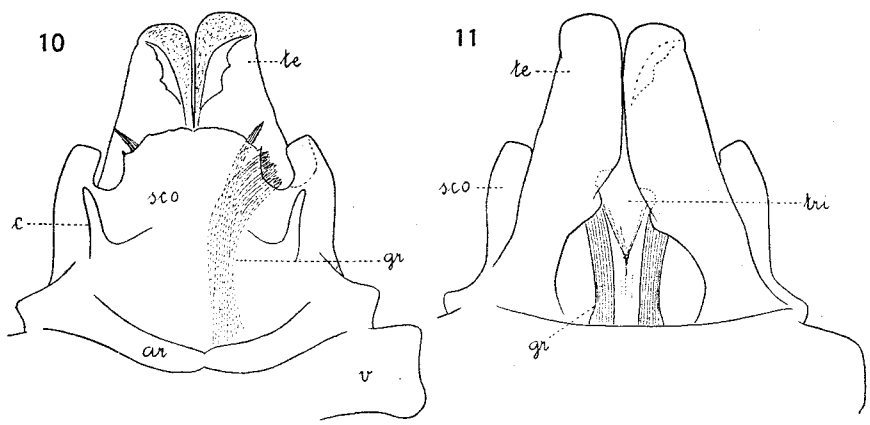


Abb. 10, 11. *Acherosoma hadzii* n. sp. (Golobinja, Petelinjsko jezero). - 10) Vordere Gonopoden von hinten; *ar* Arcus, *c* Coxithörner. 11) Vordere Gonopoden von vorn; *tri* triangulum. — Sl. 10, 11. *Acherosoma hadzii* n. sp. (Golobinja, Petelinjsko jezero). - 10) Sprednji gonopodi od zadaj; *ar* arkus, *c* koksitni rožički. 11) Sprednji gonopodi od spredaj; *tri* triangulum.

[1] Herrn Prof. Dr. JOVAN HADŽI, Ljubljana, in Verehrung gewidmet.

schmal (wie *circoniense* und *cariniferum*), noch besonders breit (wie *largescutatum*) und mit einem gezackten Lappen nach hinten umgeschlagen. Der innere Rand derselben weist etwas unterhalb der Mitte einen runden Wulst auf, der bei anderen Arten nicht vorkommt. Das Syncoxit ist medial verwachsen, weist hier keine Bucht oder Einkerbung auf, sondern ist breit vorgewölbt; jederseits davon eine tiefe, rundliche Bucht und außerhalb derselben ein kräftiger, zapfenähnlicher Vorsprung. Die Coxithörner sind klein, gerade, vom Außenrand

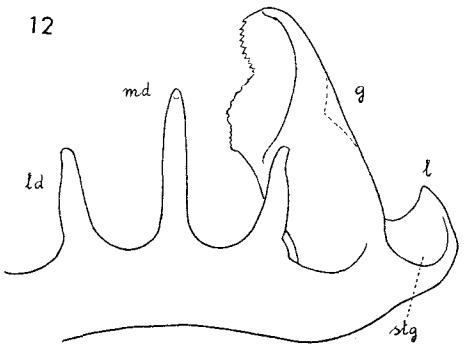


Abb. 12. *Acherosoma hadzii* n. sp. (Golobinja). - Hintere Gonopoden von vorn. — Sl. 12. *Acherosoma hadzii* n. sp. (Golobinja). - Zadnji gonopodi od spredaj.

des Syncoxit ziemlich weit abgerückt und reichen über den Endrand desselben nicht vor.

Am Podosternit der hinteren Gonopoden (Abb. 12) weisen die Telopodite nur eine hintere gezähnelte Lamelle auf, die vor dem abgerundeten Ende eingebuchtet ist. Trotzdem sind sie entschieden hohl, wobei der Hohlraum nach vorn durch eine schräg gegen das Ende zu verlaufende Leiste begrenzt wird. Am Grunde der Höhlung keine Zähne. Die drei Fortsätze des syncoxalen Aufsatzes sind schlank, der nach vorn gebogene Mittelfortsatz ist bedeutend länger als die Außenfortsätze, aber viel kürzer als die Telopodite. Das Ende der Seitenfortsätze ist nach außen gerichtet. Die Bucht zwischen Mittelfortsatz und den Seitenfortsätzen reicht tief herab und ist ungewöhnlich weit.

Acherosoma sp.

1940 habe ich bereits 7 Fundorte unbestimmter Acherosomen mitgeteilt, deren Artzugehörigkeit auch jetzt noch nicht ermittelt werden konnte. Es kommen folgende weitere Fundorte hinzu, von welchen nur ♀♀ und Larven vorlagen:

2. + Krištofov brezen in Novi Svet, Hotedršica (S. 1765)
2. + Revenov brezen bei Ivanja dolina, Godovič (S. 1761)

4. + Golobina II ob poti v Lozo, Slavina (S. 551)
4. + Jernejeva jama bei Prestranek (S. 929)
4. + Logarček bei Laze, Planina (S. 28)

Zur Verbreitung von *Acherosoma*

Abb. 13 veranschaulicht die bisher bekannten Vorkommen von *Acherosoma* in Slowenien. Außer den darin verzeichneten Arten ist nur noch eine Art der Gattung bekannt, *pretneri* STRASS., die in den Höhlen des Gorski Kotar bei Lokve (Kroatien) lebt, also ziemlich weit im Süden des slowenischen Areals.

Wie aus dem Kärtchen ersichtlich, ist es im südlichen Slowenien zu einer Häufung von Arten auf engstem Gebiet gekommen, wobei im allgemeinen die Artareale aber doch ziemlich gut unterschieden sind, indem:

1) der nördliche Rand des Gesamtareals von *A. largescutatum* eingenommen wird, mit drei Rassen aus je einer Höhle, nämlich von Osten nach Westen: *A. largescutatum largescutatum, A. l. parallelum* und *A. l. idriense.*

2, 3) Südlich anschließend lebt im Westen *A. tridentis,* im Osten *A. circoniense;* letztere Art greift auf beide Seiten des Pivka-Unica-Systems über. Bei beiden Arten scheint bereits eine Ausbildung von Lokalrassen angebahnt zu sein.

4, 5) Den äußersten Südwesten nimmt *A. cariniferum* mit mehreren nahe benachbarten Vorkommen ein, während, von denselben durch den Oberlauf der Pivka getrennt, *A. hadzii* aus einer einzigen Höhle beim Petelinjsko jezero bekannt ist.

6) Eine Enklave, die ringsum zwischen *A. tridentis, circoniense, cariniferum* und *hadzii* eingeschlossen ist, bildet *A. troglodytes* aus zwei sehr nahe benachbarten Höhlen. Diese Art stellt gewissermaßen einen Fremdkörper dar, da sie sich von allen anderen morphologisch stärker unterscheidet.

7) Im Südosten Sloweniens sind die *Acherosoma*-Nachweise weniger zahlreich und die Vorkommen weiter auseinandergerückt. Sie gehören alle zu *A. cornuatum,* wobei in den hinteren Gonopoden schon namhafte Unterschiede ausgeprägt sind (subsp. *cornuatum, dentigerum* und *paligerum* STRASS. 1940).

Zur Phänologie von *Acherosoma*

1940 habe ich mich kurz mit der Phänologie von *Acherosoma* befaßt. Ich bin nun in der Lage, hierzu Näheres mitzuteilen:

Alle bekannten *Acherosoma*-Vorkommen verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Monate:

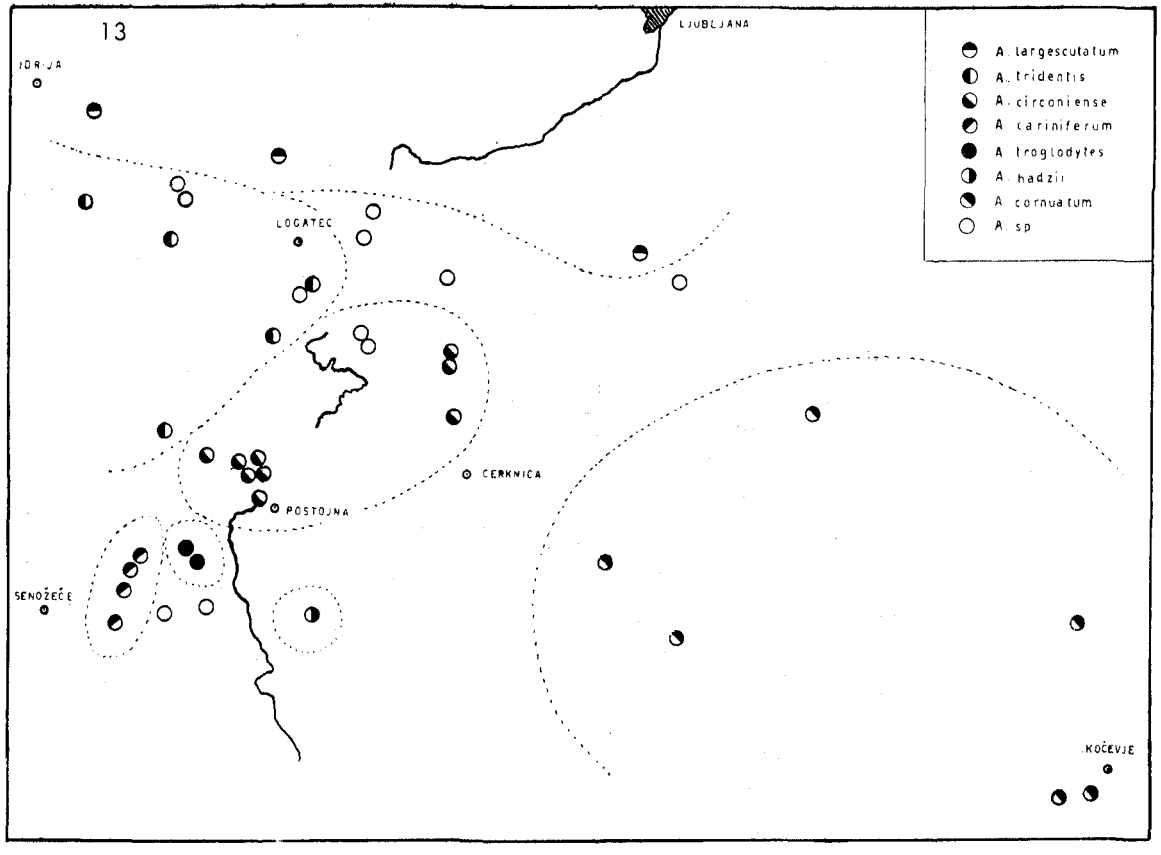


Abb. 13. Die Verbreitung der Gattung *Acherosoma*. — Sl. 13. Razprostranjenost roda *Acherosoma*.

		♂	♀	L. 28	L. 26	L. 23	L. 19	L. 15	L. 11	Summa
Jan.	(2)[2]		3	2						5
Feb.	(6)	7	12	6						25
Mär.	(6)	6	12	15	9	8	2		1	53
Apr.	(9)	4	6	9	1	1	1			22
Mai	(6)	4	10	5	2	1				22
Jun.	(9)	8	5	13						26
Jul.	(12)	14	12	30	5	3	1			65
Aug.	(7)	5	6	3	2					16
Sep.	(5)	9	12	3	1	1		1		27
Okt.	(4)	4	2	1	2	1				10
Nov.	(4)	3	5	1	1					10
Dez.	(6)	1	6							7
	(76)	65	91	88	23	15	4	1	1	288

Diese Ziffern sind zwar noch gering und daher noch zu sehr vom Zufall abhängig, um aus denselben allgemeingültige phänologische Schlüsse zu ziehen; immerhin erlauben sie verschiedene Feststellungen:

1. Im Gegensatz zu den oberirdisch lebenden Diplopoden (und Bodentieren überhaupt) ist *Acherosoma* keinem jahreszeitlichen Zyklus unterworfen, entsprechend seinem Aufenthalt in den tiefsten, innersten Räumen der Höhlen, die von Temperatur- und anderen Schwankungen kaum berührt werden;
2. Die Acherosomen sind seltene, einzeln lebende Tiere, die noch nie in größerer Anzahl oder in größeren Ansammlungen (wie etwa *Brachydesmus subterraneus* oder zuweilen *Brachydesmus concavus*) angetroffen worden sind;
3. Das Verhältnis der Geschlechter (etwa 3 ♂♂ auf 4 ♀♀) ist als normal zu bezeichnen;
4. Während das Fehlen jüngerer Larven in den Wintermonaten Dezember/Januar/Februar auf Zufall zurückzuführen sein dürfte, entspricht im allgemeinen die im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Größe abnehmende Individuenzahl der Larven gegenüber den Erwachsenen unseren Erfahrungen an oberirdischen Arten; sie erklärt sich zweifellos durch verstecktere Lebensweise der kleinen Larven, die daher nur ausnahmsweise zur Beobachtung gelangen, abgesehen davon, daß sie sich infolge ihrer Kleinheit derselben leicht entziehen.

Acrochordum tarnovanum STRASSER

2. Trnovski gozd (Zeleni rob)
2. Hrušica (Vel. Bukovec ?, Suhi vrh ?, Vodice bei Col ?)

[2] Die eingeklammerten Ziffern geben die Zahl der fündigen Fänge an.

Atractosoma meridionale LATZEL

2. Hrušica (Vodice bei Col)
2. Trnovski gozd (Sinji vrh, M. Golaki, Zeleni rob, Weg auf der Nordseite des Zeleni rob)
2. + Velika ledena jama v Paradani (S. 742); trogloxen
4. Senožeče

Attemsia VERHOEFF

1931 hat VERHOEFF drei Untergattungen von *Attemsia* unterschieden, *Attemsia* s. str., *Elaphomerion* und *Elaphoischion*. 1937 habe ich *Elaphomerion* mit *Attemsia* s. str. vereinigt und eine weitere Untergattung, *Julialpium*, bekanntgemacht.

Auf Grund erneuten Studiums der einschlägigen Formen bin ich zu der Überzeugung gelangt, daß:

1) *Julialpium* wegen seiner starken Abweichungen besser als eigene Gattung zu betrachten ist;

2) von einer Unterscheidung von Untergattungen von *Attemsia* überhaupt abgesehen werden kann, weil die inzwischen (1939) beschriebene *A. coniuncta* STRASSER, obwohl nach dem 7. Beinpaar scharf unterschieden, nach den Cheiriten zwischen den anderen Arten so vermittelt, daß der ursprünglich scharfe Gegensatz zwischen denselben verwischt wird.

Obwohl die vorderen Gonopoden von *Attemsia* sich nicht durch besondere Komplikation auszeichnen, ist es doch recht schwierig, sich von der Konfiguration der Cheirite nach den üblichen Balsampräparaten eine richtige Vorstellung zu machen. Es kommt dies daher, daß die wesentlichen Teile derselben hintereinander gelegen sind, zugleich aber normal oder schräg zu einander stehen und daher in der Sagittalansicht nicht deutlich in Erscheinung treten. Am klarsten sind die Cheirite von unten (also von der Bauchseite) zu übersehen, und aus dieser Richtung ist deren Beobachtung nur in Trockenpräparaten unter dem Binokular möglich. Auch für das Studium der Auszeichnungen des 6. und 7. männlichen Beinpaars ist die Beobachtung unter dem Binokular sehr vorteilhaft, weil die Form und Richtung der verschiedenen Zapfen, Höcker, Vorsprünge usw. bei auffallendem Licht viel klarer erkennbar ist als bei durchfallendem.[3]

VERHOEFF unterschied an den Cheiriten von vorn nach hinten: einen »vorderen Nebenarm«, einen oder zwei »Zwischenlappen«, einen »hinteren Hauptarm« mit der vorderen »Greifspitze« und dem »hinteren Nebenlappen«.

An Stelle des »vorderen Nebenarms« schlage ich die Bezeichnung »Vorderarm« (*va* vgl. Abb. 14—17) vor, obwohl es sich zuweilen um ein mehr blattartiges Gebilde handelt. Den »hinteren Hauptarm« nenne ich »Schenkel« (im Sinne eines Zangenschenkels, *sch*). Je nach Art ist

[3] Abb. 14—17 sind unter dem Binokular gezeichnet.

der Schenkel innen einfach abgerundet, oder er ist hier in eine Spitze ausgezogen, oder schließlich sitzt ihm vorn ein kurzer »sekundärer Arm« (*br*) auf, der seinerseits eine oder zwei Spitzen trägt. Der Ausdruck »Greifspitze« wird am besten ganz vermieden, da dieselbe teilweise dem »Schenkel«, teilweise dem »sekundären Arm« angehört.

Es wurden bisher folgende *Attemsia*-Arten unterschieden:

stygia LATZEL aus der Höhle von Postojna (eine subsp. *stygia carniolensis* VERHOEFF aus dem Höhlensystem von Predjama wurde von VERHOEFF 1931 wieder fallen gelassen);

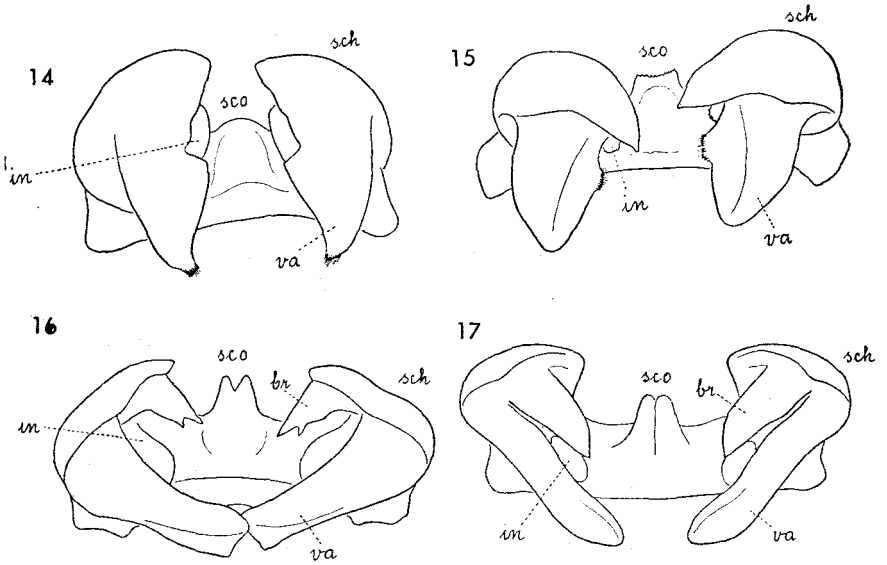


Abb. 14. *Attemsia pretneri* STRASSER. - Vordere Gonopoden von unten gesehen; *sco* Syncoxit, *sch* Schenkel der Cherite, *va* Vorderarm, *in* Zwischenlappen. — Sl. 14. *Attemsia pretneri* STRASSER. - Sprednji gonopodi od spodaj; *sco* sinkoksit, *sch* kraki heiritov, *va* sprednja ročica, *in* vmesna loputa.

Abb. 15. *Attemsia coniuncta* STRASSER, wie Abb. 14. — Sl. 15. *Attemsia coniuncta* STRASSER, kot pri sl. 14.

Abb. 16. *Attemsia dolinensis* VERHOEFF. - wie Abb. 14, *br* sekundärer Arm. — Sl. 16. *Attemsia dolinensis* VERHOEFF. - kot pri sl. 14; *br* sekundarna ročica.

Abb. 17. *Attemsia stygia* LATZEL. - wie Abb. 16. — Sl. 17. *Attemsia stygia* LATZEL. - kot pri sl. 16.

falcifera VERHOEFF (1899) aus der Rečina- (Fiumara-) Schlucht bei Rijeka;

dolinensis VERHOEFF (1910) aus einer Doline (Bukovnik ?) bei Divača;

meerausi VERHOEFF (1931) aus der Golobeja und Ciganska jama bei Predgriže (Črni vrh bei Idrija);

wolfi VERHOEFF (1931) aus dem Bošnarjev brezen bei Dol (Trnovski gozd);
pretneri STRASSER (1933) aus der Križna jama bei Lož;
coniuncta STRASSER (1939) aus den Höhlen von Lokve und Delnice in Kroatien;
trevisioli MANFREDI aus der Höhle Osojca bei Belsko (S. 749).

A. falcifera liegt mir leider nicht vor. *A. pretneri* ist, wie ich schon szt. erwähnt hatte, der ersteren sehr ähnlich und im 7. Beinpaar herrscht anscheinend überhaupt Übereinstimmung. Trotzdem kann *pretneri* nicht gut mit *falcifera* zusammengezogen werden, weil der Vorderarm der Cheirite bei letzterer viel schmäler und, wie von VERHOEFF in seiner Beschreibung ausdrücklich erwähnt, nach innen und nicht nach vorn gerichtet ist.

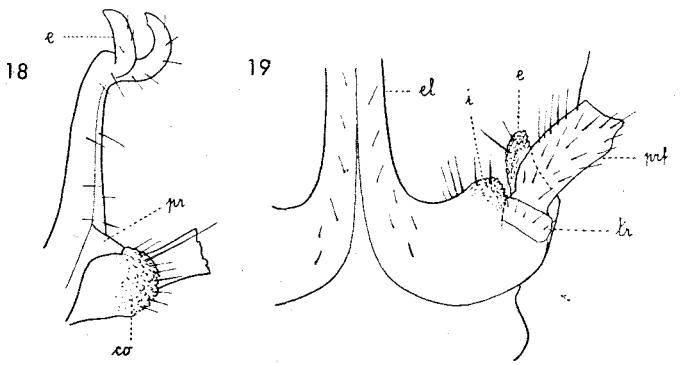


Abb. 18. *Attemsia pretneri* STRASSER. - Elaphodit des 7. Beinpaares von vorn (unten) und von der Seite; *co* äußerer Warzenhöcker der Hüfte, *e* Endlappen der Elaphodite, *pr* vorderer Sternalvorsprung derselben. — Sl. 18. *Attemsia pretneri* STRASSER. - Elafodit 7. para nog od spredaj (spodaj) in s strani; *co* zunanja bradavičasta grba kolka, *e* končne lopute elafoditov, *pr* njihov sprednji sternalni izrastek.

Abb. 19. *Attemsia coniuncta* STRASSER. - Grundglieder des 7. Beinpaares des ♂ von hinten; *tr* Trochanter, *prf* Präfemur, *el* Elaphodit, *i* innerer, *e* äußerer Warzenhöcker der Hüfte. — Sl. 19. *Attemsia coniuncta* STRASSER. - Temeljni členki 7. para nog ♂ od zadaj; *tr* trohanter, *prf* prefemur, *el* elafodit, *i* notranja, *e* zunanja bradavičasta grba kolka.

Dagegen fallen *meerausi, wolfi* und *trevisioli* mit *stygia* zusammen und können meiner Ansicht nach nicht einmal als Subspezies Geltung haben. Abgesehen davon, daß VERHOEFF seine Vergleiche mit *stygia* auf die nicht sehr glücklich ausgefallene Abb. 24 von ATTEMS (1899) stützte, wurden *meerausi* und *wolfi* offenbar auf je ein einziges ♂ begründet, denn die angeführten Unterschiede hinsichtlich des Syncoxitaufsatzes, der »Greifspitze« und des »Nebenarms« (Vorderarms) erweisen sich bei Untersuchung zahlreicherer Tiere als wohl vorhanden, aber so gestaffelt, daß sie systematisch nicht gut ver-

wendet werden können. Was schließlich *trevisioli* betrifft, gibt die Autorin überhaupt keinen Unterschied gegenüber *stygia* an. Auch in diesem Fall dürfte die Aufstellung der »Art« wohl auf die Abb. 24 von ATTEMS (1899) zurückzuführen sein.

Es verbleiben, außer *falcifera* VERHOEFF, somit nur noch vier Arten, die sich wie folgt unterscheiden:

1) Am Schenkel der Cheirite ist vorn kein sekundärer Arm entwickelt. Vorderarm nach vorn gerichtet. Hüfte des 6. Beinpaars des ♂ hinten nur mit terminalem Höcker, basal ohne Auszeichnung. Elaphodite des 7. Bp. des ♂ in der Mitte außen nicht erweitert, deren Enden nicht zugespitzt, an der äußeren Basis der Hüfte vorn ohne Zapfen. Das Sternit des 7. Bp. ragt an seinem Ende median mit einem Vorsprung vorn heraus . . 2)

— Am Schenkel der Cheirite vorn ein sekundärer Arm, der eine oder zwei Spitzen trägt. Der Vorderarm ist schräg nach vorn und innen gerichtet. Hüfte des 6. Bp. des ♂ hinten sowohl mit terminalem Höcker wie mit basalem Höcker oder Zapfen. Elaphodit des 7. Bp. des ♂ in der Mitte außen erweitert, seine Enden zugespitzt, an der äußeren Basis der Hüfte vorn mit Zapfen. Das Sternit des 7. Bp. ragt mit seinem Ende median nicht vorn heraus . . . . . 3)

2) Der Schenkel der Cheirite ist terminal innen einfach abgerundet. Das Syncoxit ragt in der Mitte endwärts nicht vor. Terminaler Zwischenlappen groß, rundlich, nicht gezähnelt, basaler Zwischenlappen rippenförmig, schräg verlaufend. Am 6. Bp. am Ende der Hüfte hinten nur ein schmaler Höcker. Am 7. Bp. sind die Hüften ganz außen vorn aufgebläht, doch bleibt der Trochanter und die Basis des Präfemur in der Ansicht von vorn frei sichtbar. Enden der Elaphodite weit klaffend, sehr stark im Bogen nach vorn und endwärts gebogen . . . *pretneri* STRASSER

— Der Schenkel der Cheirite ist terminal innen in eine kräftige Spitze ausgezogen. Das Syncoxit ragt in der Mitte endwärts vor. Terminaler Zwischenlappen klein, gezähnelt, basaler Zwischenlappen eckig vortretend. Am 6. Beinpaar am Ende der Hüften hinten ein sehr großer, blasenförmiger Höcker. Am 7. Bp. sind die Hüften außen in einen großen Fortsatz ausgezogen, der in der Ansicht von vorn den Trochanter ganz und das Präfemur teilweise verdeckt. Zwischen diesem Fortsatz und dem Elaphodit noch ein weiterer Höcker am Endrand der Hüfte. Die Enden der Elaphodite berühren sich fast oder ganz und sind nur schwach im Bogen nach vorn und endwärts gebogen. . . . *coniuncta* STRASSER

3) Der sekundäre Arm ist etwa halb so lang wie der Vorderarm und an diesen angedrängt. Er trägt am Ende eine einzige Spitze. Der Schenkel springt über den sekundären Arm innen weit vor, die Bucht dazwischen erscheint von unten gesehen spitzwinkelig. Am 6. Bp. an der Basis der Hüften hinten jederseits der Mediane ein Zapfen. Das 7. Bp. des ♂ trägt vorn an der Hüfte: ganz außen am Grunde einen kleinen Höcker; endwärts davon (am Grunde des Elaphodit) einen langen Zapfen. Trochanter und Präfemur ohne Fortsatz. Der Außenrand der Elaphodite zwischen

der seitlichen Erweiterung derselben und dem Trochanter ist tief eingebuchtet. . . . . *stygia* LATZEL

— Der sekundäre Arm ist viel kürzer und vom Vorderarm durch weiten Zwischenraum getrennt. Er trägt am Ende zwei Spitzen. Der Schenkel springt über den sekundären Arm innen nur wenig vor, die Bucht dazwischen von unten gesehen stumpfwinkelig. Am 6. Bp. an der Basis der Hüfte hinten jederseits der Mediane nur ein niedriger Höcker. Das 7. Bp. des ♂ trägt vorn an der Hüfte: ganz außen am Grunde einen langen, nach vorn gerichteten Zapfen; am Grunde des Elaphodit keine Auszeichnung. Trochanter und Präfemur vorn mit je einem langen, warzigen Fortsatz. Der Außenrand der Elaphodite zwischen deren seitlichen Erweiterungen und dem Trochanter ist nur schwach eingebuchtet.[4] *dolinensis* VERHOEFF

Zu *Attemsia coniuncta* muß noch erwähnt werden, daß meine Abb. 14 (von 1939) den Anschein erweckt, als ob ein Trochanter am 7. Beinpaar fehlt und das Präfemur direkt aus dem äußeren Hüftfortsatz herauswächst. In Wirklichkeit verhält es sich nicht so, wie aus Abb. 19 ersichtlich. Der Trochanter (*tr*) ist vielmehr zwischen dem inneren hinteren (*i*) und dem äußeren vorderen (*e*) Hüftfortsatz eingesenkt.

In seiner Arbeit (1959) erwähnt ATTEMS im systematischen Teil überhaupt keine *Attemsia*, gibt aber in der Verbreitungstabelle auf S. 301 die bekannten Arten an, wobei leider mehrere Fehler unterlaufen sind. So muß es bei *A. dolinensis* »Krain« (statt Serbien), bei *falcifera* »Kroatisches Litorale« (statt Cherso), bei *wolfi* »Krain« (statt Serbien), bei *pretneri* »Krain« (statt NW-Kroatien) und bei *Julialpium alabardatum* »Krain« (statt NW-Kroatien) heißen. Mehrere von ATTEMS angeführte Vorkommen von *Mecogonopodium bohiniense* müssen sich in Wirklichkeit auf *Attemsia* (oder andere Attemsiiden-Gattungen) beziehen.

Attemsia dolinensis VERHOEFF

4 a. + Höhle und Doline Risnik bei Divača
4 a. + Jama v Bukovniku bei Divača (S. 1382)
4 a. + Grotta Persefone bei Opicina (Opčine) (V. G. 185, auf einem Vorsprung des Schachtes in 50 m Tiefe).

Attemsia stygia LATZEL

2. + Golobeja jama bei Predgriže, Črni vrh (S. 488) (♂)
2. + Ciganska jama bei Predgriže, Črni vrh (S. 493) (♂)
2. + Bošnarjev brezen bei Dol (S. 782) (♀)

[4] Mit anderen Worten ist das Elaphodit von *dolinensis* am Grunde entschieden breiter als bei *stygia*.

2. + Suhi brezen bei Mala Lazna (S. 921) (Larven)
2. + Jama pri Mali ledeni jami v Paradani (S. 922) (♂)
2. + Ledenica pod Ledenim hribom bei Dol (S. 751) (♂)
2. + Jama pod Lešetnicami bei Kovačev rovt obh. Idrija (S. 1163) (LL.)
2. + Mohoričev hram bei Koševnik, Idrijski Log (S. 157) (♀)
2. + Jama pod Vrhgriškim vrhom bei Predgriže (S. 158) (♂)
2. + Jama za Hramom bei Bukovje (S. 1741) (♀)
2. + Lenčkova jama bei Bukovje (S. 1012) (♂)
2. + Kmetova jama bei Hotedršica (S. 1769) (♀)
2. + Kevderc am Lubnik (S. 3) (Larven)
4. + Mačkovica bei Laze, Planina (S. 52) (♂)
4. + Brezno II v Špeharjevem talu, Logatec (S. 39) (♂)
4. + Dolarjeva jama bei Kališe, Logatec (S. 201) (♂)
4. + Otoška jama bei Veliki Otok (S. 779) (♂)
4. + Brezno v Gozdnem talu bei Strmica (S. 1029) (♂)
4. + Osojca bei Belsko, Postojna (S. 749) (Larven)
4. + Županov spodmol bei Sajevče (S. 924) (Larven)
4. + Ponikve bei Sajevče (S. 903) (♀)
4. + Pivka jama bei Orehek pri Postojni (S. 961) (Larven)
4. + Žegnana jama bei Orehek pri Postojni (S. 960) (Larven)
4. + Pekel I pri Ponikvah bei Črmelice, Prestranek (S. 1037) (♀)
4. + Tomažev spodmol I bei Črmelice, Prestranek (S. 1054) (♂)
4. + Vodna jama v Lozi bei Krkurjevec, Slavina (S. 911) (Larven)
4. + Jama sv. Janeza bei Prestranek (S. 897) (♀)
4. + Jernejeva jama bei Prestranek (S. 929) (♀)
4. + Jerglovec bei Prestranek (S. 926) (Larven)
4. + Brezno poleg Pretrte jame bei Prestranek (S. 894) (♀)
4. + Konjska jama bei Prestranek (S. 925) (♀)
4. + Ovčja jama bei Prestranek (S. 889) (♂)
4 a. + Höhle im Berg Petnjak bei Štorje (S. 952) (♂)

Mecogonopodium STRASSER

Von dieser monotypischen Gattung hatte ich zwei Subspezies unterschieden, *bohiniense bohiniense* (1933) und *bohiniense triglavense* (1937). Inzwischen hat sich ATTEMS mit dieser Gattung beschäftigt (1959). Seine Ausführungen sowie die Bearbeitung weiteren reichhaltigen Materials aus den östlichen Julischen Alpen haben mich zu der Überzeugung geführt, daß die angeführten Unterschiede kaum subspezifische Geltung haben, da sie nicht immer parallel laufen und auch durch Übergänge miteinander verbunden sind. Andrerseits verhalten sich die Tiere aus dem Gebiet des Matajur (südl. Vorlagerung der Julischen Alpen) in einigen Merkmalen etwas abweichend, so hinsichtlich des mittleren Syncoxitfortsatzes der vorderen Gonopoden (Abb. 20), der spatelförmig, also aus schmaler Basis verbreitert ist, und der unregelmäßig-keulig geformten hinteren Gonopoden (Abb. 21).

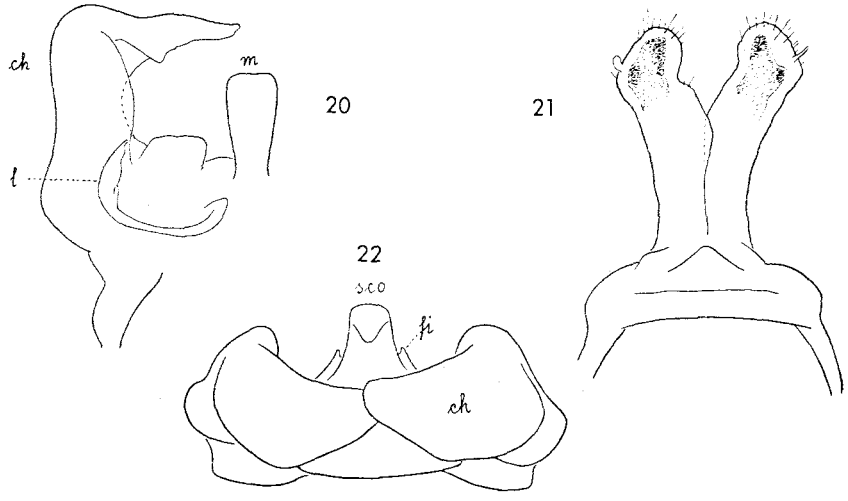


Abb. 20, 21. *Mecogonopodium bohiniense* STRASSER (aus den Höhlen des Matajur). - 20) Syncoxit und linkes Cheirit der vorderen Gonopoden von hinten; *m* syncoxaler Mittelfortsatz, *l*, syncoxale Seitenfortsätze, *ch* Cheirit. 21) Hintere Gonopoden von vorn. — Sl. 20, 21. *Mecogonopodium bohiniense* STRASSER (iz jam na Matajurju). - 20) Sinkoksit in levi heirit sprednjih gonopodov od zadaj; *m* sinkoksalni srednji podaljšek, *l* sinkoksalni stranski podaljški, *ch* heirit. 21) Zadnji gonopodi od spredaj.

Abb. 22. *Mecogonopodium bohiniense* STRASSER (von Mačkovec, Ihan). - Vordere Gonopoden von unten; *sco* Syncoxit, *ch* Cheirit. — Sl. 22. *Mecogonopodium bohiniense* STRASSER (iz Mačkovca, Ihan). - Sprednji gonopodi od spodaj; *sco* sinkoksit, *ch* heirit.

Zu den Gonopoden sei noch bemerkt, daß der waagerechte Arm der Cheirite nicht (wie den früheren Abbildungen entnommen werden könnte) einen schmalen Dorn, sondern ein in sagittaler Richtung recht breites Blatt bildet (vgl. Abb. 22, die in der Ansicht von unten unter dem Binokular angefertigt wurde) und daß sowohl der mittlere Syncoxitfortsatz wie auch die hinteren Gonopoden kräftig nach vorn gebogen sind.

Mecogonopodium bohiniense STRASSER

1. + Stollen oberhalb des Forsthauses Rudno polje auf dem Pokljuka-Plateau
1. + Častitljiva luknja am Nordhang des Jelovica-Plateau (S. 395) (identisch mit der von ATTEMS erwähnten Častita Jama)
1. + Bergwerkstollen oberhalb der Alm Viševnik
1. + Ledena jama III am SO-Hang des Berges Studor (S. 647)
1. + Ledena jama II am SO-Hang des Berges Studor (S. 646)
1. + Jama Za križem am Berg Pršivec (S. 642)
1. + Jama Za vahtam am Vodični vrh oberh. des Bohinjsko jezero (S. 644)

1. + Pesjakov buden bei Krnica am Nordhang des Pokljuka-Plateaus (S. 261)
1. + Unterer Stollen in der Lokalität Za vahtam am Vodični vrh.
1. + Snežena jama, Svinska planina, Matajur (S. 822)
1. + Höhle Klet am Mrzli vrh, Matajur (S. 1032)
1. + Kavkna jama am Matajur (S. 1035)
3. + Mačkovec bei Brdo pri Ihanu (östl. Domžale bei Ljubljana) (S. 776)[5]

Bei sonstiger Übereinstimmung mit den Tieren aus den Höhlen des Gebietes der Julischen Alpen unterscheiden sich jene des letzteren Fundortes durch ihre Farbe, die nicht weiß sondern bräunlich ist, zuweilen schon fast braun. Auch die Ocellen sind im Durchschnitt etwas zahlreicher (20—22).

Es seien ferner noch folgende, artlich und subspezifisch noch unsichere Fundplätze erwähnt:

1. + Kriegskaverne hinter dem Schutzhaus am Krn, 2200 m (1 ♀)
1. + Jama v rudniku pri Štolnu (Höhle im Bergwerk Pri Štolnu) (S. 836) bei der Alm Trenta im obersten Sočatal (♀♀ und Larven). Die ♀♀ sind auffallend klein, nämlich nur 14—15 mm lang. Dieser Platz stellt einen nordwestlichen Vorposten dar. In einem anderen Bergwerkstollen bei der Alm Trenta wurde eine Larve von *Attemsia* mit 28 Ringen gefunden, die sich von den weißgelblichen *Mecogonopodium* sehr auffallend durch graubraune Farbe unterscheidet, ferner durch tiefer gelegene Seitenwülste, größere Rauhheit und zahlreichere Ocellen, nämlich jederseits 21. Auch sind die Ocellen zu einer Fläche vereinigt, während sie bei *Mecogonopodium* voneinander getrennt bleiben.

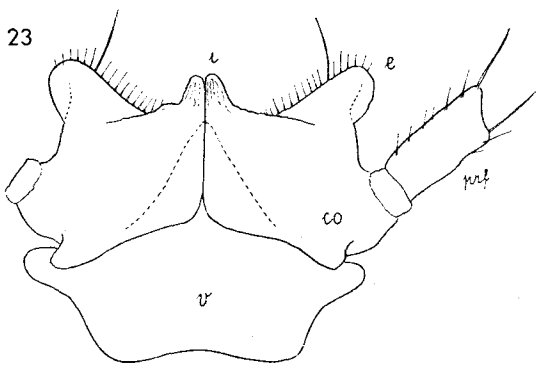
Mecogonopodium ist dank seiner stattlichen Größe und seiner meist weißen Farbe eine der schönsten Erscheinungen unter den europäischen Höhlendiplopoden. Hatte ich 1933 seine kavernikole Natur nur als wahrscheinlich bezeichnet, so bin ich inzwischen davon überzeugt, daß wir es mit einem echten Troglobionten zu tun haben. Mit Rücksicht auf *Macrochaetosoma*, der Höhlengattung der Herzegowina und Bosniens, mit der es überhaupt hinsichtlich der Körpergröße und auch im Habitus Ähnlichkeit hat, sei auf den Unterschied im Gnathochilarium hingewiesen: während dasselbe, nämlich die Stipites, die Zungenplatten und das Promentum bei *Macrochaetosoma* über und über sehr dicht mit sehr langen Borsten besetzt ist, weisen bei *Mecogonopodium* die Stipites am Außenrand nur 3—4 lange und einige

[5] Die von ATTEMS angeführten Fundorte habe ich zunächst sehr stark angezweifelt, da nach allen bisherigen Nachweisen die Gattung als endemisch für die Julischen Alpen gelten mußte. Der letztangeführte Fundort beweist aber eine viel weitere Verbreitung derselben. Jene Lokalitäten, für die ATTEMS ausdrücklich ♂♂ erwähnt (darunter Šmarna Gora Jama nördl. der Save und Lokve Špilja im Gorski Kotar Kroatiens) dürfen wohl nicht angezweifelt werden, es sei denn man erkläre sie mit einer Fundort- bzw. Etiketten-Verwechslung. Bei anderen Fundorten, von welchen ATTEMS nur ♀♀ verzeichnet (Volčja jama, Luegg-Höhle, Mačkovica) liegt dagegen sicher eine Verwechslung mit *Attemsia* vor u. zw. *A. stygia*.

kürzere Borsten auf. Auf den Zungenplatten sind die Borsten spärlich und sie fehlen gänzlich am Promentum. Während ferner bei *Macrochaetosoma* das Promentum entschieden länger als breit ist und bis über die Mitte der Zungenplatten vorragt, ist es bei *Mecogonopodium* breiter als lang und erreicht nur etwa $^1/_3$ der Länge derselben.

Polyphematia VERHOEFF

Bereits 1939 habe ich erwähnt, daß *P. moniliformis* LATZEL durchaus nicht als sichergestellte Art gelten kann, da die Gonopodenabbildungen LATZEL's und jene des 7. Beinpaars von ATTEMS von Tieren von verschiedenen Fundorten stammen. Nun hat ATTEMS (1949 a) eine neue *Polyphematia*-Art beschrieben, *antrobius* aus der Ödelsteinhöhle in Johnsbach, die nach dem 7. Beinpaar allerdings von *moniliformis* und *bicornis* VERHOEFF abweicht, während die Darstellung der vorderen Gonopoden (Abb. 4) schwer deutbar ist. Der linke Teil derselben stellt jedenfalls das Syncoxit mit seinen Fortsätzen in Seitenansicht dar, der rechte Teil wahrscheinlich ein abgetrenntes Pseudocheirit, wobei man im Zweifel darüber bleibt, was der ganz rechts befindliche runde Lappen darstellen soll. Auch die beigegebene Abb. 6 (ATTEMS 1949 a) der vorderen Gonopoden von *P. moniliformis* trägt kaum zum besseren Verständnis dieser Art bei.[6]



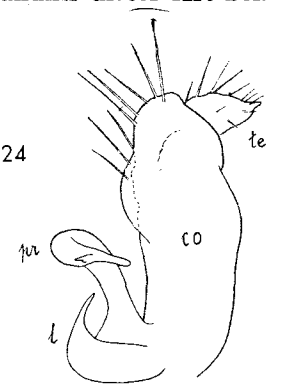


Abb. 23. *Polyphematia dactylocoxa* STRASSER var. *concreta* nov. - 7. Beinpaar des ♂ von hinten; *v* Sternit, *co* Coxa mit *i* innerem und *e* äusserem Fortsatz, *prf* Präfemur. — Sl. 23. *Polyphematia dactylocoxa* STRASSER var. *concreta* nov. - 7. par nog ♂ od zadaj; *v* sternit, *co* koksa z *i* notranjim in *e* zunanjim podaljškom, *prf* prefemur.

Abb. 24. *Orobainosoma* (*Orobainosoma*) *pretneri* n. sp. - Hinterer Gonopod; *co* Coxit, *te* Telopodit, *pr* Basalfortsatz mit Anhanglappen *l*. — Sl. 24. *Orobainosoma* (*Orobainosoma*) *pretneri* n. sp. - Zadnji gonopod; *co* koksit, *te* telopodit, *pr* bazalni podaljšek z loputastim priveskom *l*.

[6] Inzwischen habe ich mich in meiner Arbeit »Über österreichische Attemsiiden« (Ann. Nat. Hist. Mus., Wien, Jg. 1965) ausführlich mit *P. moniliformis, bicornis* und *antrobius* auseinandergesetzt.

P. dactylocoxa, von mir 1939 beschrieben, ist auffallend ausgezeichnet durch das 7. Beinpaar des ♂. Nun liegt mir neuerlich ein ♂ vor, das nach den Gonopoden und den anderen Merkmalen zwar mit dieser Form zusammenfällt, im 7. Beinpaar dagegen erheblich abweicht (Abb. 23). Der vordere Sternitfortsatz bildet zwar auch hier ein Dreieck, dessen Scheitel vom Ende der inneren Coxalforsätze (*i*) weit zurückbleibt (und vorn übrigens mit einer kleinen Schuppe vorsteht). Die inneren Coxalfortsätze (*i*) sind aber hinten seitlich nicht abgesetzt, sondern vielmehr mit den äußeren Fortsätzen (*e*) zusammengewachsen; sie sind auch niedriger und tragen am Ende keinen gekrümmten Fingerfortsatz. Die äußeren Fortsätze stehen nicht endwärts ab, sondern schräg nach außen. Ich nenne diese Form bis zum Auffinden weiterer ♂♂, die vermutlich eine »gute« Lokalrasse erweisen, vorläufig:

Polyphematia dactylocoxa var. *concreta* n.

3. + Tajna jama II bei Polzela (nördl. von Celje) (S. 981), 1 ♂, 1 L. 28 Ringe, am 10. 9. 1939, leg. E. PRETNER.

Attemsiidarum gen. et sp.

Zu der 1940 mitgeteilten langen Liste generisch und spezifisch unsicherer Funde von Attemsiiden gesellen sich noch folgende:

1. + Stollen bei Alm Trenta, Soča-Tal
2. + Volčja jama, Hrušica (S. 743)
3. + Tomičeva jama bei Dole pri Moravčah (östl. v. Domžale) (S. 754)
3. + Mesarska lopa, Mozirska planina (S. 563)
3. + Medvedja jama, Mozirska planina (S. 640)
4. + Zavinka jama bei Senožeče (S. 957)
4. + Schacht bei Zavinka jama, Senožeče (S. 2335)
4. Vremščica bei Senožeče, Gipfel im Wald
4. + Mačja jama I, bei Grčarevec, Planina (S. 289)
4 a. + Jama v Kozinskem dolu bei Kozina (S. 971)
5. + Koprivnica bei Rdeči kal (S. 163)
5. + Medenov kevderc bei Vodice pri Dobrepolju (S. 2307)
6. Forsthaus Opatova gora, Gorjanci
6. + Stričanica auf der Opatova gora, Gorjanci (S. 385)
6. + Ajdovska jama, Podpeč pod Skalo (S. 1087)
6. + Fantovska luknja, Podpeč pod Skalo (S. 1086)

Ich führe hier auch noch einige Funde zweifelhafter Attemsiiden aus dem Gebiet der Republik Kroatien an:

Učka (M. Maggiore) in Ostistrien (vermutlich *Schubartia lohmanderi* VERHOEFF)

+ Schachthöhle bei Oprtalj (Istrien)

+ Ledenica (Eishöhle) im Mosorgebirge bei Split

Die beiden letzten Funde dürften unbekannten Arten (Gattungen ?) angehören.

Carniosoma abietum illyricum STRASSER

4 a. Čuk bei Rodik, Herpelje

Ceratosoma attemsi VERHOEFF

2. Nanos, Vel. Bukovec
4. Vremščica bei Senožeče

Ceratosoma pusillum carniolense VERHOEFF

2. Nanos, Vel. Bukovec

Ceratosoma pusillum strasseri VERHOEFF

4 a. Doline Bukovnik bei Divača

Craspedosoma slavum ATTEMS (= *ravlinsii* VERHOEFF)

4 a. Im Triester Karst und Nordistrien häufig.

Orobainosoma VERHOEFF

Je nach der Anzahl der Rumpfringe bei den entwickelten Tieren unterschied VERHOEFF (1899) *Orobainosoma* s. str. mit 30 und *Brachybainosoma* mit 28 Segmenten, mit dem Charakter von Untergattungen. Später betonte er wiederholt, daß es sich hierbei nur um eine vorläufige, nicht natürliche Gruppierung handelte. Die Konsequenz aus dieser Überzeugung zog VERHOEFF 1935 anläßlich der Beschreibung des *vornatscheri*, das er trotz seiner 28 Segmente subspezifisch mit *flavescens* vereinigte und damit den Unterschied in der Segmentzahl zu einem subspezifischen Merkmal degradierte. Wie in vielen anderen systematischen Fragen stellte sich ATTEMS in schroffen Gegensatz zu dieser Auffassung, denn in seiner letzten Arbeit (1959) führt er *Orobainosoma* und *Brachybainosoma* sogar als verschiedene Gattungen an.

Gehört nun aber *vornatscheri*, abgesehen von der Zahl der Ringe, also nach den Gonopoden, auch wirklich zu *flavescens* ? VERHOEFF hat die Funde aus dem Türkenloch in Niederösterreich mit *germanicum* verglichen, mit dem sie freilich schon wegen der Gestalt des Epithema nicht verwechselt werden können, sagt aber nicht, worin sich *vornatscheri* von *pinivagum* unterscheidet. Als besonderes Merkmal führt er den ungestreiften kegelförmigen Coxithöcker der vorderen Gonopoden an; dieser ist aber für *pinivagum* charakteristisch, da er bei *flavescens* dicht gestreift ist. Somit unterliegt es kaum einem Zweifel, daß *vornatscheri* mit *pinivagum* identisch ist oder allenfalls eine var. oder subsp. desselben darstellt und mit *flavescens* nichts zu tun hat, womit der Folgerung VERHOEFF's die Grundlage entzogen wird. Man vergl. auch die Ausführungen SCHUBART's 1935.

Nun sind die Gonopoden schon seit langer Zeit als wichtigstes systematisches Einteilungsprinzip erkannt und anerkannt und es wäre sicher wünschenswert, eine Unterteilung der Gattung *Orobainosoma* nach den Gonopoden zu begründen, besonders den phylogenetisch und auch physiologisch wichtigeren vorderen Gonopoden. Diese weisen zwar nach dem Keratit, dem Epithema und anderen Merkmalen allerdings beträchtliche Unterschiede auf, aber dieselben sind durch Übergänge mehr oder minder verbunden und es entsteht keine tiefe Zäsur, die für eine subgenerische Trennung geeignet wäre. Es dürfte daher das beste sein, die alte Unterscheidung von *Orobainosoma* und *Brachybainosoma* nach der Zahl der Rumpfringe beizubehalten, auch wenn sie nicht »natürlich« ist.

Orobainosoma (*Brachybainosoma*) *pretneri* n. sp.

6. + Jama pri Jazbinah bei Jazbine pri Podkumu (S. 1092) in den Voralpen südlich der Save, auf der Westseite des Berges Kum; 60 m lange Höhle in 682 m Seehöhe, 1 ♂ und 1 L. 23 R. gesammelt am 18. 6. 1955, E. PRETNER.

♂ mit 28 Ringen, 8,5 mm lang, 0,75 mm breit, jederseits 9—10 Ocellen. Die 23-ringelige Larve ist 4,7 mm lang und besitzt 5 Ocellen. Blaßgelblich, Stirn des ♂ abgeflacht, Scheitel spärlich aber sehr lang behaart, Hinterkopf und Backen kurz behaart.

Körper vom bekannten *Orobainosoma*-Habitus, mit kleinen aber deutlichen Seitenflügeln und sehr langen Makrochaeten, die an den Mittelsegmenten einen Winkel von ungefähr 110° einschließen. Die Innenmakrochaete ist von der Mittellinie mehr als doppelt soweit entfernt wie von der vorderen Außenmakrochaete. 7. und 8. Ring des ♂ stark verbreitert.

Nach den vorderen Gonopoden gab VERHOEFF 1929 eine Übersicht, die, auf den heutigen Stand ergänzt, folgende Verteilung der bisher bekannten 12 Arten ergibt:

Keratit	Epithema einheitlich	Epithema zweilappig
geweihartig	*O. flavescens* LATZ. *O. musimontium* STRASS. *B. pinivagum* VERH. *B. germanicum* VERH. *B. hungaricum* VERH.	*O. filicis* VERH. *O. inflatum* VERH. *O. faucium* VERH.
halb geweih-, halb dolchartig	*O. fonticulorum* VERH.	
zweiästig		*B. plasanum* VERH.
dolchartig	*O. cyanopidum* ATT. *O. noricum* VERH.	

Die 5 Arten der ersten Gruppe lassen sich ihrerseits wieder auf zwei Untergruppen verteilen, je nachdem:

a) das Epithema einen rundlichen Lappen bildet, der der ganzen Länge nach mit dem Gonopodentelopodit zusammenhängt: *O. musimontium* STRASS., *B. germanicum* VERH.

b) das Epithema endwärts eine Spitze aufweist und hier durch Einschnitt oder Bucht vom Telopodit getrennt ist: *O. flavescens* LATZ., *B. pinivagum* VERH., *B. hungaricum* VERH.

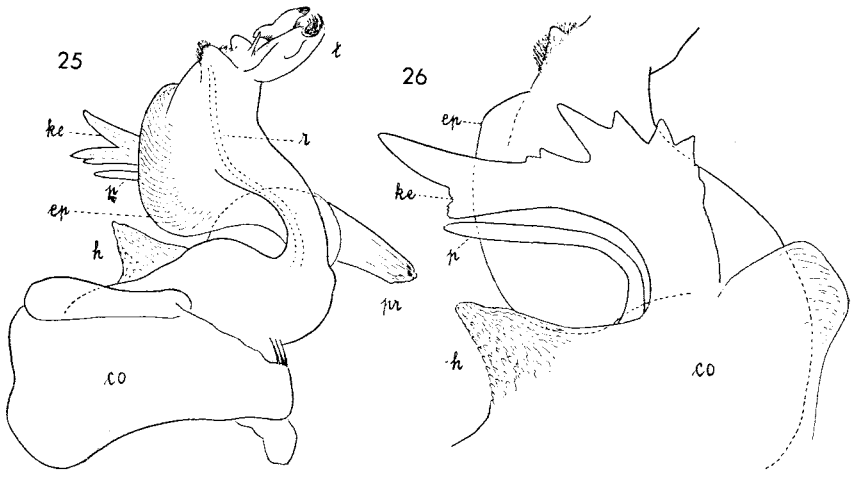


Abb. 25, 26. *Orobainosoma* (*Brachybainosoma*) *pretneri* n. sp. - 25) Vorderer Gonopod von außen. 26) Mittelabschnitt des vorderen Gonopoden von innen, stärker vergr.; *co* Coxit, *pr* Coxitfortsatz, *h* Basalhöcker, *ep* Epithema, *ke* Keratit, *p* Pugnum, *t* Endkopf, *r* Spermarinne. (In Abb. 26 ist die untere Endspitze des Keratit abgebrochen.) — Sl. 25, 26. *Orobainosoma* (*Brachybainosoma*) *pretneri* n. sp. - 25) Sprednji gonopod od zunaj. 26) Srednji del sprednjih gonopodov od znotraj, močnejše povečano; *co* koksit, *pr* podaljšek koksita, *h* bazalna grba, *ep* epithema, *ke* keratit, *p* pugnum, *t* končna glavica, *r* žlebič sperme. (Na sl. 26 je spodnja konica keratita odlomljena.)

Danach gehört *pretneri* n. sp. in die Gruppe a), von deren anderer *Brachybainosoma*-Art (*germanicum*) es unterschieden ist:

1) durch das Keratit (Abb. 25, 26 *ke*), das am Ende nicht mehrspitzig ist, sondern nur zwei dafür sehr große Spitzen aufweist; es ist auch länger als bei *germanicum*, da es viel weiter über den Rand des Epithema heraussteht;

2) durch das Epithema (*ep*), das einfach gerundet ist und keinen Basallappen bildet; durch letzteren wird bei *germanicum* der Coxithöcker verdeckt, bei *pretneri* bleibt er frei sichtbar;

3) durch den Coxithöcker (*h*), der bei *germanicum* über und über mit Warzen besetzt ist, während sich bei *pretneri* Warzen nur auf der hinteren Seite desselben finden.

Hintere Gonopoden (Abb. 24) und 8. Beinpaar des ♂ ähnlich jenen von *germanicum;* an ersteren ist das Resttelopodit (*rte*) breiter, der innere Coxitfortsatz (*pr*) ist mit seinem Ende ganz nach außen gerichtet und trägt eine kleine Nebenspitze, der basale Blattanhang (*l*) ist gekrümmt und läuft in eine sehr schlanke Spitze aus.

Orobainosoma (*Orobainosoma*) *inflatum* VERHOEFF

4 a. + Brimšca bei Brezovica (S. 1132)
4 a. Čuk bei Rodik, Herpelje

Orobainosoma (*Orobainosoma*) *faucium* VERHOEFF

2. + Golobeja jama bei Predgriže, Črni vrh (S. 488)
2. + Bošnarjev brezen bei Dol (S. 782)
2. Veliki Bukovec am Nanos
2. + Trevnov golobinec bei Kovačev rovt, Idrija (S. 1164)

Orobainosoma (*Orobainosoma*) sp.

2. + Revenov brezen, Ivanja dolina bei Godovič (S. 1761)
4. + Logarček, Laze bei Planina (S. 28)

Obwohl die *Orobainosoma*-Arten nicht als Höhlentiere gelten können, erklärt sich deren Vorliebe für Höhlen und Schächte, besonders solchen mit Eis und Schnee am Grunde, durch ihre Abhängigkeit von Kühle und Feuchtigkeit.

Haploporatia similis ATTEMS

2. Trnovski gozd (Lokve)

Heteroporatia bosniensis VERHOEFF

4. Senožeče
4. + Schacht bei der Zavinka jama bei Senožeče (S. 2335)
4 a. Triester Karst (Vel. Gradišče bei Lokev, Draga von Orlek bei Sežana, Medvedjak bei Repentabor, Wald von Lipica, Basovizza, Monrupino, Fernetti)

Microchordeuma brölemanni VERHOEFF

2. Nanos (Sv. Hieronim)
4. Pivka, Vremščica bei Senožeče

4 a. Ponikve bei Avber, Bukovnik-Doline bei Divača, Račice bei Podgrad, Brezovica bei Materija, Čuk bei Rodik, Rožič bei Prešnica, Slavnik
4. + Markandelov spodmol bei Slavina (S. 1074)

Verhoeffia graecensis ATTEMS

4 a. Triester Karst (Wald von Lipica), Monrupino (Repentabor), Fernetti (Fernetiči) bei Opicina (Opčine)
4 a. Nordistrien (Herpelje, Praproče bei Podgorje)

Verhoeffia rothenbühleri VERHOEFF

2. Trnovski gozd (Voglarji)
2. + Bošnarjev brezen bei Dol (S. 782)

Lysiopetaloidea

Dischizopetalum illyricum LATZEL

2. Nanos oberh. Vel. Ubelsko, 800 m hoch
4 a. Triester Karst (Ponikve bei Avber, Risnik-Doline bei Divača, Opicina (Opčine), Basovizza (Bazovica), Rosandratal

Lysiopetalum (Acanthopetalum) sicanum BERLESE

4 a. + Höhle neben dem Bahnhof von Aurisina (Nabrežina) (Grotta Nemec) (V. G. 89)

Polydesmoidea

Polydesmus collaris C. KOCH

1. Idrijca-Ufer bei Most na Soči (Sv. Lucija)

Polydesmus complanatus illyricus VERHOEFF

2. Trnovski gozd (Voglarji, Turški klanec, Sinji vrh, Lokve, Weg auf der Nordseite des Zeleni rob)
4 a. Nordistrien (Čuk bei Rodik, Slavnik)
4. Zlatna bei Senožeče, Vremščica bei Senožeče
4 a. Triester Karst (Risnik-Doline bei Divača, Bukovnik-Doline bei Divača)

Polydesmus edentulus C. KOCH

2. Hrušica (Vodice bei Col)
2. Trnovski gozd (Zeleni rob, Weg auf der Nordseite des Zeleni rob)
4. Zlatna und Vremščica bei Senožeče
4 a. Orlek bei Sežana

Polydesmus falcifer LATZEL

2. + Jama v dobraveljski javi bei Dobravlje-Ajdovščina (S. 2322)
4 a. + Schacht bei Hruševica, Štanjel
4 a. + Vogenca jama auf der Ermada (Grmada) (V. G. 791)
4 a. + Vodenica bei Brje (Komen), (S. 947)
4 a. + Škocjanske jame (S. 735)
4 a. + Krepeljska grota bei Kreplje (S. 463)
4 a. + Bukovnik-Doline bei Divača, Rosandratal bei Triest

Polydesmus idriensis VERHOEFF

1. Ufer der Idrijca bei Slap, Most na Soči.

Polydesmus rangifer LATZEL

1. + Zadlaška (Dantejeva) jama bei Tolmin (S. 804)
2. Hrušica (Vodice bei Col)
2. Trnovski gozd (Voglarji, Turški klanec, M. Golaki, Zeleni rob)
2. + Bošnarjev brezen bei Dol (S. 782)
2. + Golobeja jama bei Predgriže, Črni vrh (S. 488)
4. + Zavinka jama bei Senožeče (S. 957)

Brachydesmus HELLER

Bei dieser Gattung hat es zweimal Verstöße gegen die herkömmlichen Nomenklaturregeln gegeben. Als ATTEMS die Gattung zum ersten Male in Untergattungen teilte (1911), nannte er keine derselben *Brachydesmus*. Dieses Versäumnis korrigierte VERHOEFF (1926), bezeichnete dabei aber irrtümlicherweise den *B. superus* als »typische« Art und nahm daher die Untergattung *Brachydesmus* s. str. für diese Art samt Verwandten in Anspruch; für die große Artengruppe, der *B. subterraneus* angehört, richtete er dagegen die Untergattung *Schizobrachydesmus* ein. Seitdem sind von VERHOEFF und mir zahlreiche neue Arten als »*Schizobrachydesmus*« beschrieben worden. ATTEMS hat vollkommen recht, wenn er (1959) dies als unstatthaft bezeichnet, da *subterraneus* die erstbeschriebene Art der Gattung ist und somit als »typisch« zu gelten hat, weshalb die Untergattung, der diese Art angehört, nur *Brachydesmus* s. str. sein kann. Der Name »*Schizobrachydesmus*« muß daher verschwinden, obgleich er sehr treffend war, nicht nur aus formellen Gründen, sondern auch um endlich Übereinstimmung mit dem grundlegenden Werk von ATTEMS (1940) zu erzielen.

Ebenso stimme ich ATTEMS zu, daß *armatus* STRASSER synonym mit *herzegowinensis* VERHOEFF ist (ATTEMS schreibt »*hercegovinensis*«) und die zwei Rassen daher *herzegowinensis parvus* und *h. septentrionalis* heißen müssen. Allerdings erscheint mir die Rasse

parvus, da der Größenunterschied wegfällt, kaum mehr begründet und wird daher am besten aufgelassen.

Dagegen muß ich die von ATTEMS angenommene nahe Verwandtschaft oder sogar Identität des *dorsolucidus* STRASSER mit *parallelus* ATTEMS bezweifeln: Nicht nur ist *dorsolucidus* bei gleicher Länge sehr viel breiter als *parallelus*, sondern auch die Seitenflügel sind recht verschieden gebaut und die Gonopoden weisen, trotz augenscheinlicher Ähnlichkeit, doch nicht unbedeutende Unterschiede auf, hinsichtlich der mehr oder minder hohen Endwölbung derselben, des Zackens vorn an den Gonopoden, des punktierten Vorsprungs basal vom Haarpolster usw.

Von den von ATTEMS 1959 in der Tabelle auf S. 299 angeführten Subspezies von *Br.* (*Brachydesmus*) halte ich folgende für unbegründet: *subterraneus tenebrarum* VERHOEFF, *dolinensis sesanensis* VERHOEFF, *carniolensis compactus* VERHOEFF. Die beiden ersten wurden schon 1940 von ATTEMS nicht mehr als subsp. anerkannt. Dagegen wird *Br. troglobius* vermißt.

Brachydesmus (*Brachydesmus*) *attenuatus* STRASSER

2. Hrušica, Vodice bei Col
4. Vremščica bei Senožeče
4 a. Slavnik

Brachydesmus (*Brachydesmus*) *carniolensis* VERHOEFF

2. Nanos (Pleša, oberh. Vel. Ubelsko, Vel. Bukovec)
2. Trnovski gozd (Vel. Ojstrovica, Weg auf der Nordseite des Zeleni rob
4. Senožeče
4 a. Vel. Gradišče bei Lokev

Brachydesmus (*Brachydesmus*) *dolinensis* ATTEMS

4. Pivka, Vremščica bei Senožeče
4 a. Wald von Lipica, Branicatal bei Štanjel
4 a. + Höhle Draga bei Ponikve, Avber (S. 972)

Brachydesmus (*Brachydesmus*) *incisus* n. sp.

5. + Slugova jama bei Dolenji Globodol (S. 1055) (30. 5. 1954, am Köder: 1 ♂, 2 ♀♀, 1 L. 18 R. ♂ und 2 L. 18 R. ♀♀, leg. E. PRETNER)
5. + Tončkova polšna bei Gorenji Globodol (S. 1057) (3. 6. 1956, 1 L. 18 R. ♀) Die Höhlen liegen in 200—250 m Höhe.

♂ 19 mm lang, 2,4 mm breit, ♀ 17 mm lang, 2,25 mm breit.

Gelblichweiß; Kopf fein und sehr kurz behaart, Halsschild nur wenig schmäler als Kopf samt Backen, ein fast vollkommenes Oval

bildend, also vorn und hinten breit gerundet, mit 3 Reihen kurzer Börstchen.

Rücken glatt und glänzend, Skulptur deutlich aber flach, Seitenbeule groß, Fingerwulst schwach ausgeprägt. Am 2.—5. Tergit sind die Seitenflügel etwas aufgekrempt und zugleich nach vorn gezogen; die folgenden Tergite sind horizontal und deren Ränder verlaufen gerade, ungefähr normal zur Körperlängsachse. Vorderecken abgerundet, Hinterecken ungefähr vom 13. Tergit an etwas nach hinten ausge-

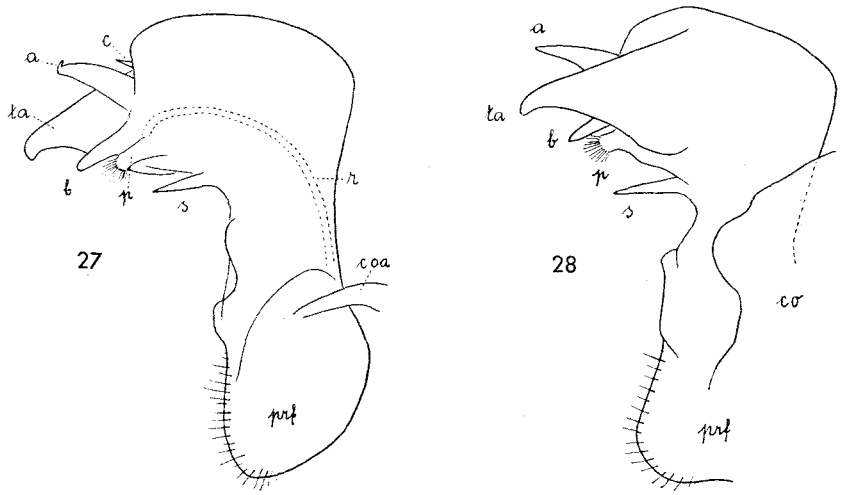


Abb. 27, 28. *Brachydesmus* (*Brachydesmus*) *incisus* n. sp. - 27) Gonopod von innen. 28) Gonopod von außen; *prf* Präfemur, *co* Coxit, *coa* Coxalhorn, *s* Subpulvillarstachel, *p* Haarpolster, *a, b, c* Tibialfortsätze, *ta* Tarsalfortsatz. — Sl. 27, 28. *Brachydesmus* (*Brachydesmus*) *incisus* n. sp. - 27) Gonopod od znotraj. 28) Gonopod od zunaj; *prf* prefemur, *co* koksit, *coa* koksalni rožiček, *s* subpulvilarno želo, *p* lasnata blazinica, *a, b, c* tibialni podaljški, *ta* tarzalni podaljšek.

zogen, ohne aber einen eigentlichen Zacken zu bilden. Seitenränder fast gerade, d. h. sehr schwach konvex, ohne Zähnchen, vielmehr mit sehr schwachen, seichten Kerben. Am 17. Tergit ist zwischen Seitenrand und Hinterzipfel ein deutlicher, spitziger Einschnitt (Artname). Börstchen auf den Tergiten winzig klein.

Nach den Gonopoden (Abb. 27, 28) ist diese Art dem *B. institor* ATTEMS so ähnlich, daß sie als dessen Rasse gelten könnte; einer spezifischen Vereinigung beider Formen steht aber entgegen, daß *institor* nach ATTEMS (1927) nur 6,5, nach VERHOEFF (1928) 8,75 mm lang ist, also nicht einmal die Hälfte der Länge des *incisus* erreicht, ganz abgesehen von den anderen Unterschieden, wie der Zähnelung der Seitenflügel und der Größe der Borsten.

Auch die Gonopoden weisen im einzelnen gegenüber *institor* Unterschiede auf, weil bei *incisus:*

1. der Tarsalast (*ta*) breiter ist;
2. der endwärtige der beiden Tibialzähne (*a*) schräg endwärts (nicht grundwärts) gerichtet ist;
3. die Gonopoden endwärts höher gewölbt, dafür vorn nicht in einen runden Wulst vorgezogen sind;
4. der hintere Wulst an der Grenze zwischen Präfemur- und Femurabschnitt viel schwächer ist.

An einem Gonopoden des vorliegenden ♂ steht in der Grube zwischen der endwärtigen Wölbung und dem Tarsalast noch ein zusätzlicher kleiner Zahn (*c*).

Brachydesmus (*Brachydesmus*) *inferus* LATZEL (samt Rassen)

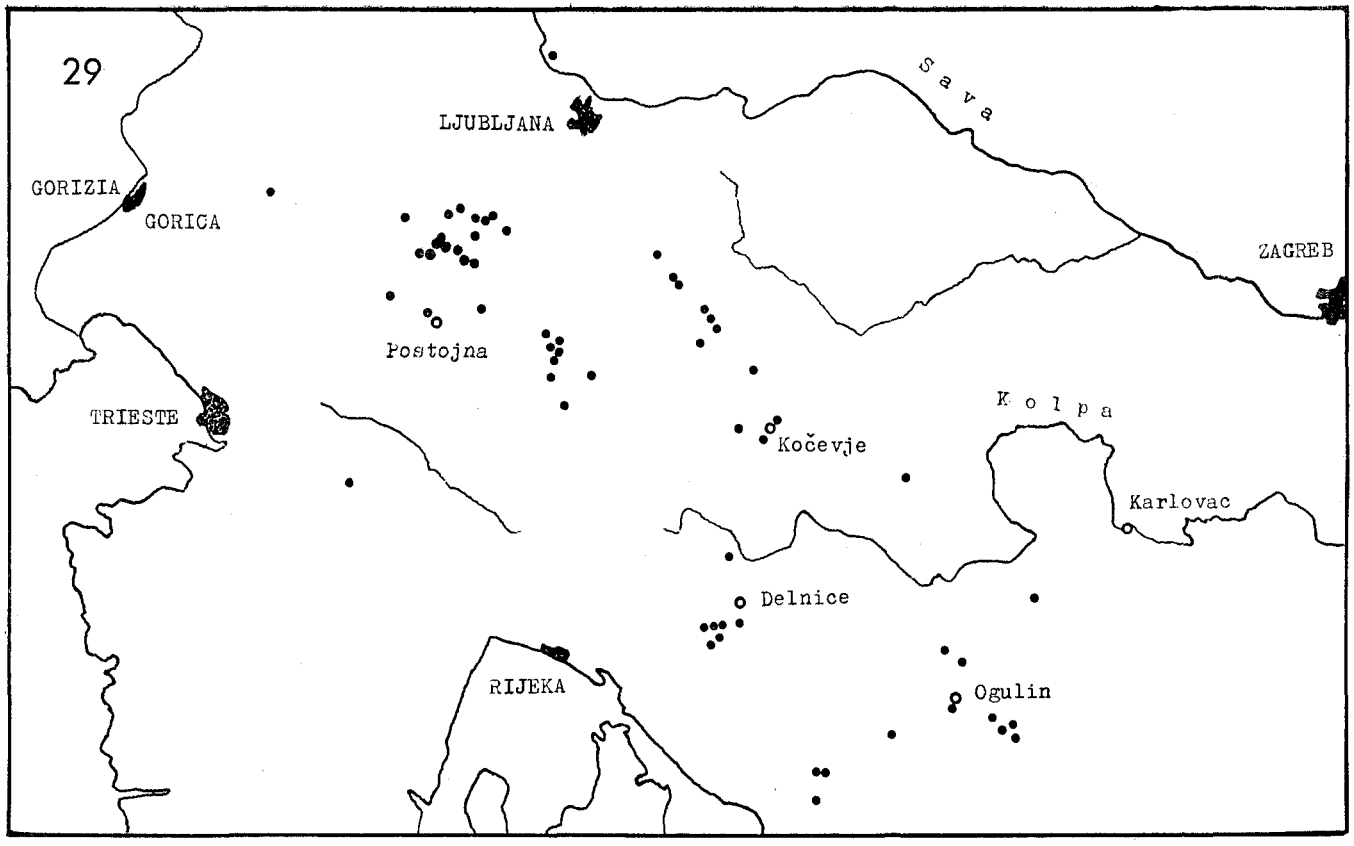
Wenn diese Art auch durchaus als Höhlentier zu gelten hat, da sie noch niemals außerhalb von Höhlen gefunden worden ist, ist sie doch nicht an die inneren, dunklen Räume der Höhlen gebunden. Sie zeigt im Gegenteil, ähnlich wie *Brachydesmus subterraneus,* eine Vorliebe für offene, noch vom Tageslicht erhellte Stellen, wie Höhleneingänge, Schuttkegel am Grunde offener Schächte usw., wohl deshalb, weil ihr hier im allgemeinen bessere Ernährungsmöglichkeiten geboten werden, als im Innern der Höhlen.[7]

Eine Zusammenstellung nach phänologischen Gesichtspunkten von ungefähr 100 verschiedenen Fängen, die mehr als 1000 Individuen erbrachten, ergab kein befriedigendes Bild der jahreszeitlichen Verteilung, weshalb ich von der Wiedergabe derselben absehe. Es ist dies zweifellos eine Folge davon, daß die Art in manchen Höhlen (besonders in Kroatien) in recht großer Zahl gesammelt wurde, in anderen Höhlen dagegen nur in wenigen Individuen und daß erstere Fänge jahreszeitlich nicht gleichmäßig genug verteilt sind, um einen guten Durchschnitt zu ergeben. Jedenfalls kommen Erwachsene beiderlei Geschlechts in allen Kalendermonaten vor, ebenso größere Larven von 18 und 17 Ringen. Auffallend ist das starke Überwiegen der ♀♀ gegenüber den ♂♂, nämlich 328 ♀♀ auf 157 ♂♂, also mehr als 2 : 1.

1940 habe ich bereits eine große Anzahl von Fundorten angeführt. Weitere Vorkommen in Slowenien sind:

4. + Zadnje jame beim Rakov Škocjan (S. 576)
4. + Jama pod Turkovo ograde bei Laze (S. 100)
4. + Jazbina bei Lož (S. 538)
4. + Mesarjev brezen bei Grčarevec (S. 969)

[7] Ein schönes Beispiel ist die Höhle Dimnice bei Markovščina in Nordistrien, wo das Tier am Grunde der beiden weiten Eingangschächte bei relativ hellem Tageslicht meist in großer Anzahl angetroffen wird, während im dunkeln Innern der großen Höhle nur vereinzelte Tiere zu finden sind.


29
LJUBLJANA
GORIZIA
GORICA
Sava
ZAGREB
Postojna
TRIESTE
Kolpa
Kočevje
Karlovac
Delnice
RIJEKA
Ogulin

4. + Kozja jama am Srnjak bei Grčarevec (S. 733)
4. + Farška jama bei Bloška polica (S. 513)
4. + Höhle unweit der Mrzla jama bei Lož (S. 2205)
5. + Zemljančeva jama bei Jezero pri Trebnjem (S. 2188)

Inzwischen hat sich ATTEMS (1959) mit dieser Art beschäftigt, der meine 1940 vorgenommene Vereinigung ursprünglich verschiedener Arten sowie die Unterscheidung der Rassen *inferus, dimnicenus* und *concavus* gebilligt hat. Unter den von ATTEMS angeführten Fundorten erscheint mir das Vorkommen in der »Šmarna Gora Jama« der Nachprüfung bedürftig. Diese Höhle, deren richtiger Name »Matjaževa jama bei Zavrh pod Šmarno goro« (S. 69) lautet, liegt als einziger Fundort nördlich der Save. Auch aus der Adelsberger und der Luegger Höhle, die beide von ATTEMS angegeben sind, sah ich nie einen *inferus,* obwohl mir aus beiden Höhlen reiches, in einer Reihe von Fängen gesammeltes Material vorlag. Allerdings kommt in diesen Höhlen sonst nur *Br. subterraneus* vor, mit dem *inferus* unmöglich verwechselt werden kann.

Aus Kroatien kenne ich den *Br. inferus* aus folgenden Höhlen:

+ Bulića pećina bei Popovo selo, Ogulin
+ Pećina Kuštrovka, Lalić dol, Ogulin
+ Pećina Lipa bei Protulipa am Dobrafluß, Karlovac (Hr. 223)
+ Pećina u mekoti, Kukače bei Josipdol (Hr. 997)
+ Pećina na vršku, Kukače bei Josipdol
+ Pećina ispod Skradnika, Kukače bei Josipdol (Hr. 998)
+ Medveđa pećina bei Lokve (Hr. 228)
+ Pećina Ledenica bei Lokve (Hr. 232)
+ Pečina Gerovska rebar bei Delnice (Hr. 227)
+ Lokvarska pećina bei Lokve
+ Pećina kod lokvarskog igrališta bei Lokve (Hr. 231)
+ Pećina Bukovac bei Lokve (Hr. 230)
+ Pećina u Jagrovim dolcima bei Delnice
+ Hajdova hiža bei Delnice (Hr. 185)

Abb. 29. Die Verbreitung des *Brachydesmus* (*Brachydesmus*) *inferus* LATZEL. - Die östlichsten Vorkommen (um Ogulin in Kroatien) werden als *B. inferus* bezeichnet. Im Südwesten (Höhle Dimnice in Nordistrien) ist es zur Ausbildung der Unterart *inferus dimnicenus* gekommen. Alle anderen Vorkommen gelten wegen ihres mehr oder weniger hohlen Rückens als *inferus concavus.* Die Rassenbildung ist hier noch im Fluß. - Das einzige Vorkommen nördlich der Save (Matjaževa jama auf der Šmarna gora) bedarf noch der Bestätigung. — Sl. 29. Razprostranjenost *Brachydesmus* (*Brachydesmus*) *inferus* LATZEL. - Primerki z najdišč na skrajnem vzhodu (okolica Ogulina na Hrvatskem) so *B. inferus inferus.* Na jugozahodu (jama Dimnice v severni Istri) se je razvila podvrsta *inferus dimnicenus.* Primerki vseh drugih najdišč so zaradi več ali manj žlebastega hrbta *inferus concavus.* Podvrste se še vedno razvijajo. - Edino najdišče severno od Save (Matjaževa jama na Šmarni gori) je treba še preveriti.

Die Tiere aus der Umgebung von Ogulin weisen im allgemeinen weniger stark (*inferus inferus*), jene von Delnice stärker aufgebogene Seitenflügel (*inferus concavus*) auf. Die von ATTEMS aus Kroatien angeführten Fundorte fügen sich gut in die allgemeine Verbreitung der Art (Abb. 29) ein.[8]

Sehr überraschend und stark anzuzweifeln ist der Nachweis ATTEMS' aus je einer Höhle der Herzegowina (Bukovica Ponor bei Gacko) und Montenegros (Pećina Careve doline im Krivošije-Gebirge nördlich der Boka Kotorska [Bocche di Cattaro]). Über ersten Fund vermag ich nichts zu sagen, da ich aus Höhlen der Herzegowina nur *B. subterraneus* und *zavalanus* kenne. Was dagegen den zweiten Fundort betrifft, vermute ich, daß eine Verwechslung mit einer anderen Art vorliegt, von der ich leider nur ♀♀ besitze, die aus einer noch südlicher gelegenen Höhle stammen, nämlich einer »kleinen Schachthöhle unterhalb der Benčina jama« bei Kuk im Lovćen-Massiv. Es kann sich hier aber nicht um *inferus* handeln, denn die Tiere sind außerordentlich breit (bei 13 mm Länge 3 mm breit), die Rückenskulptur ist flacher, die Seitenflügel nur ganz unmerklich aufgebogen, die Zähnchen an denselben schärfer usw. Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine noch unbekannte Art. Anscheinend war ATTEMS seiner Sache selbst nicht ganz sicher, denn in der Tabelle auf S. 299 ist *inferus inferus* nur aus »Südkroatien« und *inferus concavus* nur von »Krain« angeführt.

Brachydesmus (*Brachydesmus*) *parallelus* ATTEMS

4 a. + Wasserschlinger Draga bei Ponikve na Krasu (Avber) (S. 972)

Brachydesmus (*Brachydesmus*) *subterraneus* HELLER

Vom »Unterkrainer Hügelland« und »Slowenien nördlich der Save« liegt die Art nicht vor, doch sei daran erinnert, daß sie von den Karawanken (Kärnten) bekannt ist. In den übrigen Gebieten Sloweniens ist sie mehr oder minder häufig, am häufigsten im »Triester Karst und Nordistrien«, wo sie fast in jeder Höhle angetroffen wird, weshalb diese nicht einzeln angeführt werden. Zugleich ist sie in diesem Gebiet in den weitaus meisten Fällen der einzige Vertreter der Höhlen-Diplopoden. In den Gebieten 4 und 5 kommt sie häufig zusammen mit *B. inferus* vor. Meist wird sie nur in Höhlen beobachtet, vorzugsweise nahe dem Eingang oder am Grund der Eingangschächte, doch lebt sie im Birnbaumer (Hrušica) und Tarnowaner Wald (Trnovski gozd) auch im Freien, aber nur in Höhen von etwa 1000 m und darüber, ebenso hochalpin am Triglav.

[8] Nach einer Mitteilung PRETNER's sind identisch:
Nova jama bei Lokve (Lok. 351) = Lokvarska pećina bei Lokve
Pustinja (Lok. 490) = Pećina Gerovska rebar bei Delnice (Hr. 227)

Brachydesmus (Brachydesmus) troglobius plitvicensis VERHOEFF

4. + Zavinka jama bei Senožeče (S. 957)
4. Vremščica bei Senožeče

Brachydesmus (Brachydesmus) troglobius uskokensis STRASSER

5. Rdeči kal pri Dobrniču
6. Opatova gora, Gorjanci-Gebirge, im Freien
6. + Jama pri gozdarski koči na Opatovi gori, Gorjanci (S. 383)
6. + Jama v Štegini bei Smečice pri Velikem Trnu (S. 633)

Brachydesmus (Eubrachydesmus) superus LATZEL

4 a. Wald von Lipica

Brachydesmus (Chromobrachydesmus) chyzeri DADAY

4. Pivka
4 a. Nordistrien: Praproče bei Podgorje
4 a. Doline bei Opicina, Doline bei Basovizza

Brachydesmus (Chromobrachydesmus) histricus STRASSER

4 a. Nordistrien: Praproče bei Podgorje

Strongylosoma pallipes OLIVIER

2. Nanos, oberh. Vel. Ubelsko
2. + Bošnarjev brezen bei Dol, Trnovski gozd (S. 782)
4 a. Doline »Bukovnik« und »Risnik« bei Divača
4 a. Rekatal bei Školj (Neukofl), Škocjan.

Symphyognatha

Chromatoiulus austriacus LATZEL

4 a. Wald von Lipica, Rosandratal (Glinščica) bei Triest.

Chaetoiulus spinifer VERHOEFF

6. Opatova gora, Gorjanci

Chersoiulus sphinx STRASSER

2. + Bošnarjev brezen bei Dol, Trnovski gozd (S. 782) (1 ♀ 37 mm lang, 50 S., 91 Bp., am 21. 11. 1949, leg. E. PRETNER). Für diese Art habe ich erst kürzlich (1962) nach dem ♂ die Untergattung *Dicranotus* auf-

gestellt. Die drei bisher bekannten Fundorte (Jama pri Zavrhu bei Borovnica und Vremščica bei Senožeče) bilden ein gleichseitiges Dreieck von ca. 35 km Seitenlänge.

Neuerdings meldete mir Freund PRETNER das Vorkommen dieser Art auf dem Gipfel des Berges Slivnica am Zirknitzer See, unter tief eingebettetem Stein.

Auch in Kroatien fand ich diese Art u. zw. in einer kleinen Höhle am (orogr.) linken Ufer der Rječinaschlucht bei Rijeka, unterhalb der Fahrstraße Rijeka—Zagreb in ca. 90 m Seehöhe. Die Tiere fanden sich im Halbdunkel unter lose aufliegenden Steinen:

♂ 21,5 mm lang, 40 S., 67 Bp.
♀ 23 mm lang, 42 S., 73 Bp.
♀ 27,5 mm lang, 44 S., 79 Bp.

Die Art variiert demnach in beiden Geschlechtern beträchtlich in Größe, Segment- und Beinpaarzahl.

Cylindroiulus boleti C. KOCH

2. Nanos, Pleša
2. Vodice bei Col
2. Nanos, Blažon
2. Sinji vrh im Trnovski gozd
2. + Bošnarjev brezen bei Dol (S. 782)
2. + Brezen v Bazinovi dolini ob Lovretovi poti, Novi svet bei Hotedršica (S. 124)
4. Pivka, Senožeče, Vremščica bei Senožeče
4 a. + Pečina v borštu, Obrov, Nordistrien (S. 935)
4 a. + Brimšca bei Brezovica, Nordistrien (S. 1132)
4 a. + Belinca jama bei Štorje (S. 950)
4 a. Vel. Gradišče bei Lokev, Rekatal bei Škocjan, Rosandratal (Glinščica)
4 a. Čuk bei Rodik, Slavnik, Doline Petnjak bei Štorje, Basovizza
4 a. Dolinen »Risnik« und »Bukovnik« bei Divača

Trotz gelegentlichen Vorkommens in Höhlen ist die Art ein typischer Bewohner morscher Baumstämme, von deren Mulm sie sich ernährt.

Cylindroiulus dicentrus LATZEL

2. Nanosgipfel Pleša, Vodice bei Col, Blažon, oberh. Veliko Ubelsko
2. Trnovski gozd: Bukovec, Sinji vrh, Mrzovec, M. Golaki, Weg auf der Nordseite des Zeleni rob
2. + Bošnarjev brezen bei Dol (S. 782)
4. Senožeče, Zlatna bei Senožeče, Vremščica bei Senožeče
4 a. Slavnik, Dolinen »Risnik« und »Bukovnik« bei Divača
5. + Knezova jama im Rog bei Kočevje (S. 666 oder 667)

Cylindroiulus groedensis ATTEMS

1. Mangrtalm
2. Trnovski gozd: Turški klanec, Bukovec, Sinji vrh, Lokve, M. Golaki, Vel. Ojstrovica
4. Zlatna bei Senožeče

Cylindroiulus ignoratus ATTEMS

4 a. (?) Doline vor dem Wasserschlinger von Ponikve, Avber

Cylindroiulus luridus LATZEL

2. Hrušica: Vodice bei Col
2. Trnovski gozd: Weg auf der Nordseite des Zeleni rob

Cylindroiulus meinerti VERHOEFF

1. Mangrt-Alm

Isobates varicornis MENGE

2. Trnovski gozd: Mrzovec

Leptoiulus alemannicus alemannicus VERHOEFF

1. Matajur-Gipfel, Mangrt, Ratitovec, Pokljuka

Leptoiulus alemannicus austriacus VERHOEFF

2. Hrušica: Nanosgipfel Pleša
2. Trnovski gozd: Sinji vrh
2. + Bošnarjev brezen bei Dol (S. 782)
4. Vremščica bei Senožeče
4 a. Slavnik, Doline Risnik bei Divača

Leptoiulus pretneri STRASSER

Für die Aufstellung dieser Art aus den Sanntaler Alpen (STRASSER 1940) ist in erster Linie die weite Solänomeritbucht und der große, nach hinten geneigte mittlere Solänomeritfortsatz maßgebend gewesen. Ich unterschied von derselben zwei Unterarten, den *pretneri* (gen.) von der Menina planina und den *pretneri minor* vom Grintovec. Diesen letzteren hat inzwischen ATTEMS zu *braueri* gezogen, was durchaus zu billigen ist, weil *minor* nach der fehlenden vorderen Zahnecke des Phylacum, dem breiten hinteren Solänomeritfortsatz

usw. zweifellos in die Gruppe des *braueri* gehört. Wenn ich den *minor* nicht selbst gleich in diese Gruppe gestellt hatte, dann deshalb, weil er im Gegensatz zu allen anderen Angehörigen derselben am 2. Beinpaar breite äußere Hüftfortsätze trägt; aber ATTEMS hatte sicher recht, wenn er den Merkmalen des Solänomerit den Vorrang vor dem 2. Beinpaar einräumte.[9]

Den *pretneri* (gen.) hat ATTEMS dagegen als Rasse dem *frigidarius* VERHOEFF zugeordnet und hierin kann ich ihm nicht folgen. Dieser letztere ist (nach VERHOEFF 1928, p. 269) dadurch gekennzeichnet, daß »der mittlere Solänomeritfortsatz... als dreieckiger, spitz auslaufender Lappen so gestellt ist, daß er sich dem vorderen Solänomeritfortsatz nähert, vom hinteren aber ein beträchtliches Stück absteht«, während bei *pretneri* das Gegenteil der Fall ist. Auch im hinteren Solänomeritfortsatz verhalten sich beide Arten durchaus verschieden, wie übrigens auch in Größe und Beinpaarzahl.

1959 habe ich aus Ostkärnten zwei *Leptoiulus*-Vorkommen angeführt und von denselben auch Gonopodenabbildungen gegeben (Abb. 9, 10), die ebenfalls eine sehr weite Solänomeritbucht aufweisen, sowie einen mittleren Solänomeritfortsatz, der jenem von *pretneri* ähnlich ist. Ich bezeichnete jene als *alemannicus carinthiacus.*

Es sind in den letzten Jahrzehnten besonders von VERHOEFF so zahlreiche *Leptoiulus*-Arten und -rassen aufgestellt worden, daß ein Zurechtfinden in deren Fülle umso schwieriger ist, als über die Bedeutung der Einzelmerkmale und deren Reihenfolge in systematischer Hinsicht noch durchaus keine Klarheit besteht. Daher vertraten auch die beiden Forscher, die sich hauptsächlich mit dieser Gattung befaßt haben, nämlich ATTEMS und VERHOEFF, über eine Reihe von Arten und sogar einige Untergattungen durchaus verschiedene Ansichten. Für einen kleinen Abschnitt der Untergattung *Leptoiulus,* nämlich die sog. »*braueri*-Gruppe« habe ich in meiner Kärntner Arbeit 1959 durch Zusammenziehen mehrerer Arten größere Klarheit zu gewinnen gesucht. Eine ähnliche Revision wäre auch für die Hauptmasse der Arten dringend erforderlich.

Leptoiulus trilineatus C. KOCH

3. Olševa (Grenzberg in den östl. Ausläufern der Karawanken)
4. Senožeče
4. + Postojnska jama (S. 747)
4 a. Rekatal bei Škocjan, Doline Basovizza, Čuk bei Rodik, Praproče bei Podgorje

[9] 1959 schrieb ich auf S. 66 zu *Leptoiulus minor* STRASS.: »Allerdings scheint er mir nach dem Fehlen des mittleren Solänomeritfortsatzes näher dem *tosanus* zu stehen als dem *braueri*«. Es ist dies ein bedauerlicher Irrtum. der auf Verwechslung mit *braueri grintovecensis* beruht. *Minor* besitzt wohl einen mittleren Solänomeritfortsatz.

Microiulus imbecillus LATZEL

2. Hrušica: Vodice bei Col
4 a. Čuk bei Rodik, Doline im Berg Petnjak bei Štorje

Ophiiulus curvipes VERHOEFF

4. Pivka, Senožeče
4 a. Im Triester Karst und Nordistrien einer der häufigsten Diplopoden, der an jedem geeigneten Platz angetroffen wird.

Ophiiulus major BIGLER

2. Nanos: Pleša, Vodice bei Col

Leptophyllum karawankianum VERHOEFF

1. Mangrt-Alm
2. Trnovski gozd: M. Golaki, Vel. Ojstrovica

Styrioiulus pelidnus LATZEL

1. Mangrt-Alm
2. Trnovski gozd: Mrzovec, M. Golaki

Brachyiulus bagnalli BROEL. (= *pusillus* LATZ. VERH.)

4. Pivka.

Das Vorkommen dieser Art in Slowenien ist sowohl geographisch wie auch ökologisch interessant. Geographisch, weil sie nur vom nordöstlichen Österreich, der Tschechoslowakei, von Ungarn, Rumänien und neuerdings auch Bulgarien und Polen bekannt ist; ökologisch, weil es sich um ein Tier der quartären Niederungen, hauptsächlich der Flußauen handelt, während es in Pivka in gebirgiger Umgebung lebt, auf eozänischem Kalk, in 550 m Seehöhe, 16 ♂ und 21 ♀ am 6. 4. 1951.

In den südlicheren Ländern Jugoslawiens ist die Gattung *Brachyiulus* mit anderen Arten vertreten: *lusitanus calcivagus* VERH. in Istrien und Kroatien, *pusillus* LEACH (= *littoralis* VERH.) und *apfelbecki* VERH. in Bosnien, Herzegowina, Dalmatien und Montenegro.

Oncoiulus foetidus C. KOCH[10]

1. Mangrt-Alm
2. Nanos: Pleša

[10] Es sind nur die durch ♂♂ belegten Funde angeführt, da immerhin die Möglichkeit besteht, daß auch *O. transsilvanicus* in Slowenien vorkommt.

Schizophyllum sabulosum LINNÉ

1. Matajur-Gipfel, Svinska planina am Matajur, Krn über 2000 m
3. Olševa (Grenzberg in den Karawanken)

Pachyiulus fuscipes C. KOCH

2. Vodice bei Col
4. Senožeče, Vremščica bei Senožeče
4 a. Im Triester Karst überall gemein, nach Regen auf Straßen usw. wandernd anzutreffen.

Hylopachyiulus pygmaeus ATTEMS (= *corylorum* VERHOEFF = *likanus* ATTEMS ?)

4. Snežnik (Krainer Schneeberg, 1796 m), beim Forsthaus Okroglina in 1100 m Höhe, im Buchenwald unter tief eingebettetem Stein, 1 ♂, 2 ♀♀ (Mai 1948, leg. E. PRETNER).

♂ — 10,5 mm lang, 0,5 mm breit, 53 S., 2 bl. 95 Bp.
♀ — 10,5 mm lang, 0,65 mm breit, 48 S., 3 bl. 85 Bp.
♀ — 9 mm lang, 0,6 mm breit

H. pygmaeus wurde 1904 von Banjaluka (Bosnien) beschrieben, *corylorum* 1908 von Jesenice nach einem einzigen ♂, *likanus* 1927 aus dem Velebitgebirge; letzteren führte ATTEMS (1929) auch von Ribnica (Reifnitz) in Slowenien an. Die drei Beschreibungen enthalten hinsichtlich der Körpermerkmale nichts, was als Unterschied gewertet werden könnte, außer den Unterschieden in Größe, Segment- und Beinpaarzahl:

pygmaeus-♂	8—9 mm,	0,5 mm,	43 S.
corylorum-♂	6,5 mm,		37 S., 59 Bp.
likanus-♂		0,6 mm,	53 S.

doch rechtfertigen diese Unterschiede kaum verschiedene Arten, weil bei anderen Iuliden (z. B. *Leptophyllum*) z. T. noch größere Variationsgrenzen bekannt sind.

Auch in den Gonopoden sind die Unterschiede nach den Abbildungen der beiden Autoren sehr geringfügig und dürften in Wirklichkeit gar nicht bestehen, wenn man berücksichtigt, daß die Objekte nicht immer aus derselben Richtung dargestellt wurden und dabei so winzig klein sind, daß die Einzelheiten an der Grenze der Sichtbarkeit liegen.

Diese seltenen *Hylopachyiulus* sind noch wenig bekannt, weshalb ich auf Abb. 30 und 31 verweise, die das Telson mit dem typischen, nämlich ungewöhnlich langen, spitzigen, etwas nach unten gebogenen

Präanalfortsatz veranschaulichen, und die Gelegenheit zu einigen weiteren Mitteilungen über diese Art benütze:

Antennen (Abb. 32) kurz und plump. Verhältnis der Länge der Glieder 2.—6. = 1,00 : 0,98 : 0,90 : 1,20 : 0,50 : 0,30, das 5. Glied stark verbreitert, kaum anderthalbmal länger als breit. Das 6. Glied ist ganz innen in das 5. inseriert, so daß außen ein breiter Absatz entsteht, auf dem die Sinneszäpfchen stehen u. zw. deren nur 5, die recht groß, aber

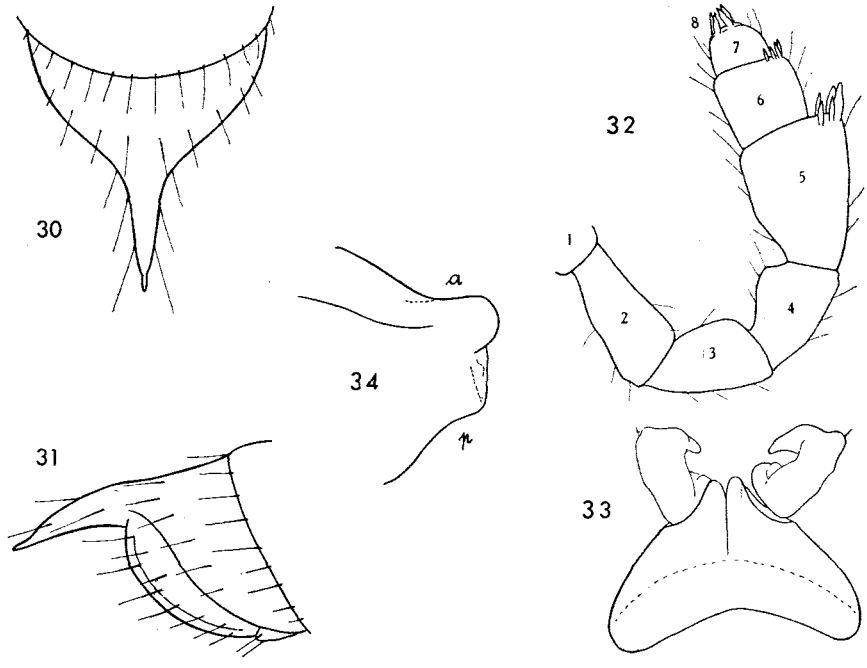


Abb. 30—34. *Hylopachyiulus pygmaeus* ATTEMS (Snežnik). - 30) Telson von oben. 31) Telson von der Seite. 32) Antenne. 33) Erstes Beinpaar des ♂. 34) Unterlappen des 7. Pleurotergit des ♂; *a* Vorder-, *p* Hinterrand. — Sl. 30—34. *Hylopachyiulus pygmaeus* ATTEMS (Snežnik). - 30) Telzon od zgoraj. 31) Telzon s strani. 32) Antena. 33) Prvi par nog ♂. 34) Spodnja loputa 7. plevrotergita ♂; *a* sprednji, *p* zadnji rob.

nicht gleich lang sind. Die größten, mittleren, erreichen mehr als $^1/_3$ der Breite des Antennengliedes und sind entschieden größer als die Riechkegel am Ende der Antenne. Auch am Ende des 6. Gliedes stehen nur einige wenige Stäbchen, die auf die Außenseite beschränkt sind.

Stämme am Gnathochilarium (♂) vorn weit seitlich ausladend, mit gerundeten Vorderecken. Am Seitenrand stehen nahe nebeneinander drei lange Borsten, eine davon etwas nach innen gerückt. Hinten an den Stämmen jederseits nur eine einzige lange Borste. Das Promentum reicht nicht einmal bis zur Mitte der Zungenplatten vor, an diesen

stehen nur drei Borsten hintereinander. Innentaster niedrig, mit wenigen Zäpfchen.

1. Beinpaar des ♂ (Abb. 33) mit typischen, schräg nach vorn-innen gerichteten Unci, an deren Grund nur Spuren von Absetzungen zu erkennen sind. Endhaken groß, mit vorspringendem Außeneck, hier mit Börstchen versehen. 2. und folgende Beinpaare ohne Spur von Sohlenpolstern, das Präfemur springt am Endrand stark nach außen vor. Einen Penis habe ich nicht gesehen.

Der Unterlappen des 7. Pleurotergit des ♂ (Abb. 34) entspricht keinem der von *Typhloiulus* bekannten Typen. Der Vorderrand (*a*) ist nämlich in einen rundlichen Wulst ausgezogen, der den stumpfen Vorsprung des Hinterrandes (*p*) seitlich überragt. Letzterer bildet keine Kerbe.

Typhloiulus (*Stygiiulus*) *illyricus* VERHOEFF

Die bisher bekannten Fundorte, nämlich:

4. + Postojnska jama (Tartarus) (S. 747)
4. + Žegnana jama bei Orehek (S. 960)
4. + Markov spodmol bei Sajevče (S. 878)
4. + Mala jama I bei Prestranek (S. 918)
4. + Skedenj bei Prestranek (S. 927)
4. + Schacht Nr. 741 V. G. bei Prestranek
4. + Zavinka jama bei Senožeče (S. 957)
4 a. + Škocjanske jame (Tiha jama) (S. 735)
4 a. + Wasserschlinger v Ponikvah bei Hotičina, Nordistrien (S. 1173)
+ Foiba Campo dei Bruni bei Sv. Marija na Krasu, Westistrien
+ Höhle in Sv. Marija na Krasu (Madonna del Carso), Westistrien
+ Mramorica (Grotta del Marmo) bei Brtonigla (Verteneglio), Westistrien
+ Rabakova pećina in Glaviči bei Lupoglav (Hr. 2)[11]

sind aus dem Kärtchen (Abb. 35) ersichtlich. Es kann als sicher angenommen werden, daß die Art im Höhlengebiet östlich von Postojna (Planina, Lož) sowie dem Trnovski gozd und der Hrušica (Tarnowaner und Birnbaumer Wald) fehlt, wohingegen ich es für wahrscheinlich halte, daß sie in Istrien noch weiter nach Süden reicht und bei entsprechenden Nachforschungen im Gebiet von Pazin (Pisino) und Kanfanar (Canfanaro) noch festgestellt werden wird.

Bei der Betrachtung des Verbreitungskärtchens muß man sich vor Augen halten, daß die Fundorte nicht einem einheitlichen, zusammenhängenden Höhlengebiet angehören, sondern vielmehr von mehr oder

[11] Vor vielen Jahren erhielt ich von Herrn Prof. J. MÜLLER (Triest) ein Gläschen mit einem Zettel »Höhle in Dalmatien« ohne Datum, das verschiedene *T. illyricus* enthielt. Ich vermute hier aber eine Verwechslung des Fundplatzes. Jedenfalls ist aus dem festländischen Dalmatien bisher überhaupt noch kein *Typhloiulus* bekannt.

minder breiten Gebietstreifen voneinander getrennt werden, die infolge ihrer geologischen Beschaffenheit keine Höhlen führen. Es handelt sich um eozäne Flyschzonen, teilweise auch um diluviale oder alluvionale Anschwemmungen (in der Karte schraffiert). Es ist kaum zweifelhaft, daß wir es bei *T. illyricus* mit einem echen Höhlenbewohner zu tun haben, d. h. um eine Art, die an die Höhlen und Spalten der

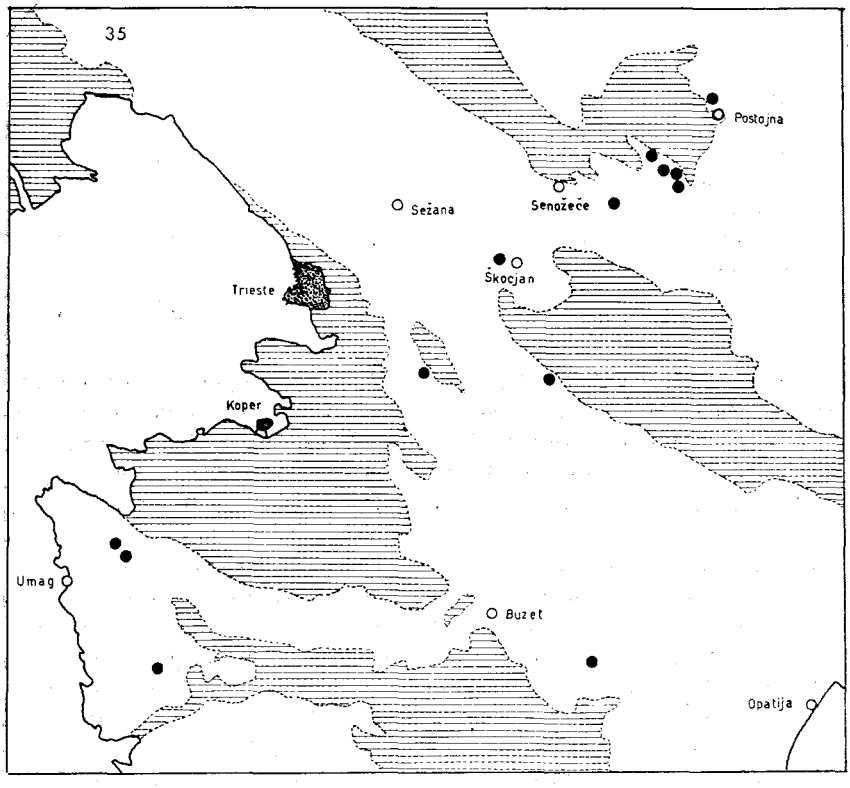


Abb. 35. Die Verbreitung des *Typhloiulus* (*Stygiiulus*) *illyricus* VERHOEFF (schraffiert = höhlenlose Gebiete). — Sl. 35. Razprostranjenost diplopoda *Typhloiulus* (*Stygiiulus*) *illyricus* VERHOEFF (šrafirano = področja brez jam).

Kalkformationen gebunden ist; daher konnte die Verbreitung derselben vom west- zum nordistrischen Höhlengebiet und von dort in den Adelsberger Karst (oder umgekehrt) nicht längs der Oberfläche vor sich gehen, weil die erwähnten Flyschzonen und sonstigen Auflagerungen dieselbe verhindert hätten, sondern sie mußte vielmehr in der Tiefe erfolgen, innerhalb der Kalkformationen und unter den höhlenlosen Auflagen hinweg. Es mag hierbei das in den Tiefen des Kalkes in dessen Spalten zirkulierende Wasser eine Rolle gespielt haben.

Die Zusammenstellung aller mir bekannten Funde von *T. illyricus* ergibt folgende jahreszeitliche Verteilung:

Monat	Fänge	♂♂	j. ♂♂	♀♀	j. ♀♀ u. L.	Summe
Januar	(3)	6	3	6	1	16
Februar	(4)	20	1	17	16	54
März	(2)	1			1	2
April	(1)	2				2
Mai	(1)	2				2
Juni	(0)					—
Juli	(2)	2	2	3	5	12
August	(0)					—
September	(1)			1		1
Oktober	(1)	1				1
November	(6)	8	4	8	17	37
Dezember	(1)	2	2	2	5	11
	(22)	44	12	37	45	138

Trotz der Unvollständigkeit der Beobachtungen ist ersichtlich, daß sich diese Art, die im Gegensatz zu *T. maximus, tobias, carniolensis* usw. noch niemals außerhalb einer Höhle angetroffen worden ist, vom jahreszeitlichen Zyklus der Oberflächenfauna befreit hat.

Wenn auch *T. illyricus* nicht gerade als häufiges Tier zu bezeichnen ist und die einzelnen Fänge jeweils meist nur eine bescheidene Zahl von Individuen erbringen, sind doch auch Ausnahmen bekannt. Eine solche betrifft eine Schachthöhle in Westistrien, in die vom darüberliegenden Getreidefeld zufällig eine Garbe hineingefallen war. Eine gründliche Untersuchung derselben ergab außer 10 erwachsenen Individuen beiderlei Geschlechts eine stattliche Anzahl von Larven in allen Größen. Dabei scheint die Art hinsichtlich ihrer Umgebung recht wählerisch zu sein. Als Beispiel sei erwähnt, daß sie in der weitverzweigten Adelsberger Grotte wiederholt, aber immer nur im »Tartarus« gefunden worden ist. Ein weiterer ergiebiger Fundplatz ist die Höhle Markov spodmol bei Sajevče.

Colobognatha

Hirudisoma carniolense VERHOEFF

2. Hrušica: Vodice bei Col, Nanos, Vel. Bukovec, Sv. Hieronim
4 a. Čuk bei Rodik
4 a. Slavnik
4 a. + Jama v Kozinskem dolu bei Kozina (S. 971)

Polyzonium germanicum BRANDT

2. Hrušica: Suhi vrh am Nanos
2. Trnovski gozd: Sinji vrh, M. Golaki
4. Zlatna bei Senožeče, Vremščica bei Senožeče
4. + Kleine Höhle bei Zavinka jama, Senožeče (S. 2336)
4 a. + Mala Kozinska jama bei Kozina, Nordistrien (S. 849)

DIE DIPLOPODEN SLOWENIENS, TOPOBIOLOGISCH UND GEOGRAPHISCH

Über die geographische Verbreitung der Oberflächenfauna schrieb ich in meiner Arbeit über das »Draubanat« folgendes:

»Seit ATTEMS' Arbeit von 1929 ist die Zahl der aus dem Draubanat bekannten Diplopoden von 69 auf 121, also um 52, gestiegen. Wenn dies auch zweifellos eine erhebliche Bereicherung unserer Kenntnisse bedeutet, wäre es aber doch verfrüht, auf Grund der Nachweise ins einzelne gehende zoogeographische Beziehungen ableiten oder faunistische Untergebiete umschreiben zu wollen. Abgesehen davon, daß die Nachweise der weniger weit verbreiteten Arten und Rassen, welche zoogeographisch besonderes Interesse beanspruchen, an sich noch sehr spärlich sind, sind auch die einzelnen Teile des Landes allzu ungleichmäßig erforscht. Während etwa das Gebiet von Kočevje hinsichtlich seiner Diplopoden als gut erforscht angesehen werden kann, gilt dies in weit geringerem Grad für das Berg- und Hügelland zwischen Save und Krka, oder gar die Sanntaler Alpen oder das Gorjanci-Gebirge, von welchen erst ein geringer Teil der wirklich vorkommenden Diplopoden bekannt sein dürfte.«

Seitdem ist, teils durch Neufunde, teils infolge der Gebietsvergrößerung des heutigen Sloweniens gegenüber dem alten Draubanat, die Zahl der bekannten Diplopoden-Arten und -Rassen um weitere 23 auf 144 gestiegen.[12] An den oben erwähnten Verhältnissen hat sich aber im wesentlichen nichts geändert, weshalb es zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht opportun erscheint, Faunenvergleiche mit den Nachbarländern und dergl. zu versuchen.

Das nachfolgende Verzeichnis gibt Aufschluß über unsere heutigen Kenntnisse der Verbreitung der Arten. Das gesamte berücksichtigte Gebiet ist aus dem Übersichtskärtchen (Abb. 1) ersichtlich; die Untergebiete sind in derselben Weise umgrenzt wie 1940 die Höhlengebiete. Es wurden verwertet die Fundortangaben von ATTEMS (1929, 1949, 1959), von VERHOEFF (1927, 1928, 1929, 1932, 1937), von STRASSER (1940, 1942) und jene, die im ersten Teil dieser Arbeit angeführt sind. Bei der (manchmal schwierigen) Lokalisierung der Fundplätze hat mir Herr PRETNER sehr wertvolle Hilfe geleistet.

[12] Obwohl verschiedene frühere Arten und Rassen hier nicht mehr als solche geführt sind.

			1.	2.	3.	4.	4 a.	5.	6.
	Polyxenus lagurus aut.						+		
	Glomeridella minima LATZ.		+	+	+		+	+	+
	Glomeris pustulata LATR.[13]			+					
	Glomeris norica LATZ.[13]			+					
	Glomeris conspersa C. KOCH		+	+	+	+	+	+	+
	Glomeris ornata C. KOCH		+	+		+	+	+	
	Glomeris guttata RISSO		+						
	Glomeris hexasticha BRANDT			+	+		+	+	
	Haploglomeris multistriata C. KOCH		+	+	+	+		+	+
*	*Trachysph. costata* WAGA			+					
	Trachysph. multiclavigera VERH.								+
*	*Trachysph. noduligera* VERH.		+	+	+	+	+	+	+
**	*Strasseria mirabilis* VERH.	E					+		
	Brachydesmus amblyotropis ATT.				+				
	Brachydesmus carniolensis VERH.[14]		+	+	+	+	+		+
*	*Brachydesmus troglobius* DAD.[14]			+		+			+
	Brachydesmus dolinensis ATT.					+	+		
	Brachydesmus institor ATT.	E						+	
*	*Brachydesmus subterraneus* HELL.[15]		+	+		+	+	+	
	Brachydesmus attemsi VERH.	E			+				
**	*Brachydesmus inferus concavus* ATT.			+		+		+	
**	*Brachydesmus inferus dimnicenus* ATT.	E					+		
**	*Brachydesmus spinosus karamani* VERH.	E							+
*	*Brachydesmus herzegowinensis* VERH.			+					
**	*Brachydesmus herzegowinensis septentrion.* STRASS.	E			+				
*	*Brachydesmus dorsolucidus* STRASS.	E		+				+	
**	*Brachydesmus incisus* n. sp.	E							+
	Brachydesmus parallelus ATT.						+		

[13] ATTEMS erwähnt (1929) *pustulata* von Vipava (Wippach). Ich fand *norica* oberhalb Ajdovščina und auf dem Plateau des Nanos (Gerlože). Wahrscheinlich ist dieselbe Art gemeint.

[14] Diese beiden Arten wurden wahrscheinlich teilweise vermengt. Die drei Rassen des *troglobius* sind zusammengefaßt.

[15] Ist aber von der Nordseite der Karawanken (Kärnten) bekannt.

			1.	2.	3.	4.	4 a.	5.	6.
	Brachydesmus superus LATZ.[16]						+		
	Brachydesmus attenuatus STRASS.[17]	E		+		+	+		
	Brachydesmus chyzeri DAD.				+	+	+		
	Brachydesmus histricus STRASS.	E					+		
	Polydesmus collaris C. KOCH		+		+	+		+	
	Polydesmus denticulatus C. KOCH			+	+				
	Polydesmus edentulus C. KOCH			+	+	+	+	+	
*	*Polydesmus falcifer* LATZ.[18]			+			+		
	Polydesmus idriensis VERH.[18]	E	+						
	Polydesmus complan. illyricus VERH.		+	+	+	+	+	+	+
	Polydesmus noricus LATZ.				+				
	Polydesmus rangifer LATZ.		+	+		+		+	
	Polydesmus rangifer confinus ATT.		+						
*	*Strongylosoma pallipes* OL.			+	+	+	+	+	+
	Acrochordum flagellatum ATT.				+			+	+
	Acrochordum tarnovanum STRASS.			+					
	Gottscheeosoma scabrum VERH.	E						+	
*	*Microchordeuma brölemanni* VERH.[19]			+		+	+		
	Orobainosoma flavescens LATZ.				+				
*	*Orobainosoma inflatum* VERH.						+	+	
*	*Orobainosoma faucium* VERH.	E		+					
*	*Orobainosoma fonticulorum* VERH.		+	+					
**	*Orobainosoma pretneri* n. sp.	E							+
	Heteroporatia mutabilis LATZ.		+		+	+		+	+
	Heteroporatia bosniensis VERH.				+	+	+	+	
	Haploporatia similis ATT.		+	+	+	+		+	+
	Verhoeffia graecensis ATT.				+		+	+	+
	Verhoeffia rothenbühleri VERH.		+	+	+				
**	*Attemsia stygia* LATZ.	E		+		+	+		
*	*Attemsia dolinensis* VERH.	E					+		

[16] Das einzige Vorkommen betrifft den Wald von Lipica bei Triest; ist dagegen im tiefen Gebiet von Triest und in Westistrien häufig.

[17] Nur in Höhen von 870 m und darüber.

[18] Beide Arten bevorzugen tiefe Lagen: *falcifer* ist bei Triest und in Westistrien häufig, auch in den Höhlen Ostistriens (bei Matulji).

[19] Einschl. der Rassen *banaticum* und *illyricum* VERH.

			1.	2.	3.	4.	4a.	5.	6.
**	*Attemsia pretneri* STRASS.	E				+			
**	*Mecogonopodium bohiniense* STRASS.	E	+		+				
**	*Coelogonium cavernarum* STRASS.	E			+				
	Schubartia lohmanderi VERH.					+		+	
**	*Schubartia attemsi* STRASS.	E			+				
	Schubartia alticola STRASS.	E			+				
**	*Polyphematia dactylocoxa* STRASS.	E			+				
**	*Symphyosphys serkoi* STRASS.	E			+				
*	*Tylogonium nivifidele* STRASS.	E			+				
	Julialpium alabardatum STRASS.	E	+						
**	*Verhoeffeuma spinosum* STRASS.	E	+						
	Atractosoma meridionale LATZ.[20]		+	+	+	+		+	+
	Craspedosoma slavum ATT.[21]				+		+	+	
	Ceratosoma attemsi VERH.[22]	E		+		+		+	
	Ceratosoma condylocoxa ATT.				+				
	Ceratosoma pusillum VERH.							+	
	Ceratosoma pusillum carniolense VERH.	E		+		+			
	Ceratosoma pusillum bicorne VERH.	E			+				
	Ceratosoma pusillum furculigerum VERH.				+				
	Ceratosoma pusillum montivagum VERH.	E						+	
	Ceratosoma pusillum strasseri VERH.	E					+		
	Ceratosoma verhoeffi ATT.							+	
	Carniosoma abietum VERH.	E						+	
	Carniosoma abietum illyricum STRASS.	E					+		
**	*Acherosoma cariniferum* STRASS.	E				+			
**	*Acherosoma circoniense* STRASS.	E				+			
**	*Acherosoma cornuatum* STRASS.[23]	E				+		+	

[20] Einschl. der Rasse *abietum* VERH.

[21] = *Cr. rawlinsii* VERH. (nec Leach) = *gottscheense* VERH. e. p.

[22] Einschl. der Rasse *alcimanus* VERH.

[23] Einschl. der Rassen *dentigerum* und *paligerum* STRASS., die nur auf die hinteren Gonopoden begründet sind.

			1.	2.	3.	4.	4 a.	5.	6.
**	*Acherosoma hadzii* n. sp.	E				+			
**	*Acherosoma largescutatum* STRASS.	E				+			
**	*Acherosoma largescutatum parallelum* STRASS.	E				+			
**	*Acherosoma largescutatum idriense* n. subsp.	E		+					
**	*Acherosoma tridentis* VERH.	E		+		+			
**	*Acherosoma troglodytes* LATZ.	E				+			
	Dischizopetalum illyricum LATZ.			+			+		
*	*Lysiopetalum sicanum* BERL.						+		
	Nopoiulus pulchellus LEACH (*venustus* MEIN., *armatus* NEM.)				+				
	Isobates varicornis MENGE			+	+				
	Leptoiulus simplex (Rassen)							+	+
	Leptoiulus bakonyensis VERH.				+			+	+
	Leptoiulus trilineatus C. KOCH		+		+	+	+		+
	Leptoiulus alemannicus alemann. VERH.[24]		+		+				
	Leptoiulus alemannicus carinthiacus VERH.		+	+					
	Leptoiulus alemannicus austriacus VERH.			+		+	+		
	Leptoiulus pretneri STRASS.	E			+				
	Leptoiulus braueri triglavensis STRASS.	E	+						
	Leptoiulus braueri grintovecensis STRASS.	E			+				
	Leptoiulus braueri minor STRASS.	E			+				
	Leptoiulus dolinensis VERH.							+	
	Leptoiulus saltuvagus VERH.				+				
	Leptoiulus zagrebensis VERH.								+
	Microiulus imbecillus LATZ.		+	+	+		+	+	+
	Ophiiulus fallax MEIN.				+		+		+
	Ophiiulus major BIGL.		+	+		+			
	Ophiiulus curvipes VERH.		+	+	+	+	+	+	+
	Pachyiulus fuscipes C. KOCH		+	+		+	+	+	

[24] Die drei Rassen des *alemannicus* lassen sich nicht immer unterscheiden; immerhin kommt in den südlichen Gebieten nur *a. austriacus* vor.

			1.	2.	3.	4.	4 a.	5.	6.
	Hylopachyiulus pygmaeus ATT.				+	+		+	
*	*Chersoiulus sphinx* STRASS.	E		+		+			
	Schizophyllum sabulosum L.		+		+				
	Oncoiulus foetidus C. KOCH		+	+	+	+		+	+
	Chaetoiulus spinifer VERH.				+				+
	Cylindroiulus luridus C. KOCH		+	+	+	+		+	+
	Cylindroiulus molybdinus C. KOCH[25]		+	+	+			+	
	Cylindroiulus groedensis ATT.[25]		+	+		+		+	
	Cylindroiulus dicentrus LATZ.		+	+	+	+	+	+	+
	Cylindroiulus boleti C. KOCH			+	+	+	+	+	+
	Cylindroiulus meinerti VERH.		+		+				
	Cylindroiulus ignoratus ATT.						+		
	Leptophyllum karawankianum VERH.		+	+	+				
	Leptophyllum nanum LATZ.				+				
	Leptophyllum transsilvanicum VERH.				+				+
**	*Leptophyllum transsilvanicum verrucosum* ATT.	E							+
	Pteridoiulus aspidiorum VERH.				+				
	Styrioiulus pelidnus LATZ.		+	+	+				
	Brachyiulus bagnalli BROEL.					+			
	Chromatoiulus austriacus LATZ.					+	+		
	Chromatoiulus bosniensis VERH.		+		+			+	+
	Chromatoiulus monticola VERH.[26]							+	
	Chromatoiulus carniolensis VERH.[26]	E	+			+	+	+	
	Chromatoiulus projectus VERH.[27]								+
	Chromatoiulus silvaticus VERH.				+				
	Chromatoiulus silvaticus discolor VERH.		+		+			+	+

[25] Alle Nachweise von *molybdinus* stammen von ATTEMS, alle jene von *groedensis* von mir; wahrscheinlich handelt es sich um dieselbe Art, die aber nach ATTEMS' eigener Unterscheidung (1927) auf *groedensis* bezogen werden muß.

[26] 1929 führt ATTEMS den *monticola* aus den Julischen Alpen (Triglavseen) an, 1949 schreibt er dieses Vorkommen dem *carniolensis* zu.

[27] Von ATTEMS einmal (1929) als *projectus projectus*, ein anderes Mal (1949) als *pr. dioritanus* angegeben.

			1.	2.	3.	4.	4a.	5.	6.
**	*Chromatoiulus unilineatus* C. KOCH				+				
	Typhloiulus illyricus VERH.					+	+		
	Typhloiulus carniolensis STRASS.	E		+					
	Polyzonium germanicum BRDT.			+	+	+	+	+	+
	Hirudisoma carniolense VERH.			+		+	+	+	
	Gesamtformenzahl 144	50	41	55	66	52	45	50	35

KAVERNIKOLE UND ENDEMISCHE ARTEN

Über das Verhältnis der Arten zum Höhlenbiotop ist sowohl in meiner Arbeit über das Draubanat wie auch in der Arbeit von ATTEMS für die Gesamtfauna der Balkanhalbinsel ausführlich berichtet worden, weshalb hier einige ergänzende Bemerkungen genügen werden.

Zunächst sei daran erinnert, daß eine strenge Unterscheidung zwischen »Höhlenfunden« und »Oberflächenfunden« nicht immer möglich ist, da es Übergänge gibt. Im allgemeinen wurden die Funde aus Dolinen, die oft vor der eigentlichen Höhle liegen, zur Oberflächenfauna gerechnet, dagegen die Funde am Grunde senkrechter Schächte, auch wenn sie noch vom Tageslicht erleuchtet sind, zur Höhlenfauna. Dies setzt allerdings voraus, daß der Sammler zwischen diesen Biotopen unterscheidet. Die Bezeichnung »Oberflächenfauna« ist natürlich nicht wörtlich zu nehmen, da auch jene Funde darunter fallen, die z. B. unter tiefen Laublagen, oder im Humus, oder unter tief eingebetteten Steinen gemacht werden, aber keine Beziehung zum eigentlichen Höhlenbiotop aufweisen.

Wie bei ATTEMS sind im vorstehenden Verzeichnis die Arten usw. mit einem bzw. zwei Sternchen bezeichnet; »*« bedeutet in Höhlen und im Freien gefunden, »**« nur in Höhlen gefunden.[28] Allerdings ist in jenen Fällen das Sternchen weggelassen, in welchen das Höhlenvorkommen offensichtlich nur zufällig ist. Es hat nichts zu bedeuten, wenn eine Art, die beispielshalber mit Vorliebe im Walde lebt, gelegentlich einmal am Grund einer im Wald gelegenen Schachthöhle gefunden wird. Besonders gilt dies auch für Funde im Innern von Wasserschlingern (Ponoren), in die zu gewissen Zeiten große Mengen von Laub, Reisig, Äste und sogar große Baumstämme eingeschwemmt

[28] Bergwerkstollen, Kavernen und dergl. zähle ich zu den Höhlen; einige der Angaben von ATTEMS sind übrigens unrichtig; folgende Arten waren (bisher) nur aus Höhlen bekannt: *Orobainosoma faucium, Attemsia wolfi, Mecogonopodium bohiniense, Typhloiulus insularis, Chersoiulus ciliatus* und *sphinx*.

werden. Solche Funde besagen lediglich, daß die Tiere in der Höhle nicht sofort zugrundegehen, was bei Diplopoden ja wohl nicht zu erwarten ist.

Wenn man nämlich von den »überhaupt in Höhlen« gefundenen Arten die offensichtlichen Zufallsvorkommen nicht eliminiert, gelangt man zu falschen Schlüssen. Es liegt auf der Hand, daß, je mehr Höhlen untersucht werden und je häufiger dies geschieht, die einzelnen zufälligen Vorkommen sich addieren und nach und nach ein immer größer werdender Anteil der Gesamtfauna in Höhlen festgestellt wird. Die ermittelten Ziffern geben dann aber keinen Aufschluß über die relative Häufigkeit einer Art in den Höhlen, sondern höchstens über die Intensität der Untersuchungen. Damit erklärt sich der hohe Anteil der »Kavernikolen« bei ATTEMS, die mit 102 von zusammen 343 Arten ungefähr 30 % der Gesamtfauna erreichen. Auch für Frankreich und Italien wurden, nach derselben Methode, ähnlich hohe Anteile errechnet.

Anders steht es mit jenen Arten, die nicht nur gelegentlich, sondern mit einer gewissen Regelmäßigkeit in Höhlen angetroffen werden, obwohl sie auch im Freien gefunden wurden. Hier übt die Höhle auf die Tiere zweifellos einen Reiz aus, der aber freilich nicht von der Dunkelheit ausgeht, sondern teils von der höheren Feuchtigkeit, teils von der niedrigeren Temperatur der Höhle. In manchen Fällen wird die Entscheidung, ob wir es mit einem »trogloxenen« oder »troglophilen« Vorkommen zu tun haben, allerdings schwierig sein, besonders dann, wenn nur einzelne oder wenige Funde einer Art vorliegen. In solchen Zweifelsfällen ist auch das gelegentliche Vorkommen mit »*« bezeichnet.

In südlicheren Ländern sind infolge zunehmender Vegetationsverarmung und damit Austrocknung oberflächliche Plätze für die Bodenfauna schwer oder ganz unbewohnbar geworden und diese hat sich daher in Höhlen zurückziehen müssen. So ist z. B. *Brachydesmus superus* in Mittelitalien oder *Nopoiulus venustus* in Bulgarien ein häufiger Höhlengast und für diese Länder können diese Arten als »troglophil« gelten. Für die hier behandelten Gebiete treffen diese Verhältnisse im allgemeinen nicht oder nur in geringerem Grade zu.

Wenn man also von den (im Verzeichnis nicht berücksichtigten) nur gelegentlichen Höhlenvorkommen absieht, sind insgesamt 42 Formen (Arten und Unterarten) in Höhlen beobachtet worden, davon 26 nur in Höhlen, 16 nicht ausschließlich, aber doch wiederholt. Nun können aber weder letztere ohne weiteres als »Troglophile«, noch erstere ohne weiteres als »Troglobionte« bezeichnet werden. Für erstere muß maßgebend sein, daß sie nicht nur das eine oder andere Mal, sondern mit einer gewissen Vorliebe in Höhlen angetroffen werden, während von den Troglobionten erwartet werden muß, daß sie nicht nur bisher, sondern auch künftighin außerhalb von Höhlen nicht angetroffen werden. Daher müssen die bisher nur aus Höhlen bekannten Arten usw. einzeln einer kritischen Durchsicht unterzogen werden, wobei einesteils morphologische Merkmale, nämlich Anpassungen an

das Höhlenleben, andrerseits unsere Erfahrungen als Leitfaden dienen müssen. Wenn z. B. *Brachydesmus inferus* samt Rassen bisher in einem halben hundert Höhlen gefunden wurde, jedoch noch niemals außerhalb einer Höhle, obzwar es in seinem Verbreitungsgebiet an oberirdischen Untersuchungen nicht gefehlt hat, darf die Art mit Fug und Recht als Troglobiont gelten, auch wenn sie keine besonderen morphologischen Höhlenanpassungen aufweist.

Bei Berücksichtigung dieser Umstände ergeben sich für Slowenien als:

1. Troglophile: *Brachydesmus troglobius*
Brachydesmus subterraneus
Orobainosoma faucium (E)
Attemsia stygia (E)
Attemsia dolinensis (E)
Tylogonium nivifidele (E)
Lysiopetalum sicanum
Chersoiulus sphinx (E)

wozu wahrscheinlich noch folgende Arten zu rechnen sind, die bisher zwar nur aus Höhlen bekannt, aber sehr wahrscheinlich nicht auf dieselben beschränkt sind:

Orobainosoma pretneri (E)
Attemsia pretneri (E)
Brachydesmus spinosus karamani (E)
Brachydesmus herzegovinensis septentrion. (E)
Leptophyllum transsilvanicum verrucosum (E)

wenn letztere nicht, wie analogiehalber anzunehmen wäre, überhaupt nur zufällige Höhlengäste darstellen.

2. Troglobionte: *Strasseria mirabilis* (E)
Brachydesmus inferus dimnicenus (E)
Brachydesmus inferus concavus
Mecogonopodium bohiniense (E)
Acherosoma, 9 Arten und Rassen (E)
Verhoeffeuma spinosum (E)
Typhloiulus illyricus

welchen als »wahrscheinlich troglobiont« noch hinzuzufügen sind:

Coelogonium cavernarum (E)
Schubartia attemsi (E)
Polyphematia dactylocoxa (E)
Symphyosphys serkoi (E)

während über

Brachydesmus incisus (E)

ein Urteil nach den bisher einzig bekannten beiden Vorkommen noch verfrüht ist.

Wir erhalten demnach bei einer Gesamtfauna von 144 Formen (Arten und Unterarten):

13 wahrscheinlich Troglophile
19 wahrscheinlich Troglobionte
—
32 »Kavernikole«, entsprechend 22 % der Gesamtfauna.

Die nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen für Slowenien endemischen Arten sind mit »E« gekennzeichnet; es sind deren nicht weniger als 50, entsprechend fast 35 % der Gesamtfauna, ein außerordentlich hoher Anteil, der weit über den Ziffern liegt, die für andere Länder ermittelt worden sind. (Für Kärnten — ohne Tauern — erwähnte VERHOEFF [1939] 16 Endemiten auf 63 Arten = 25,4 %, für Nordfriaul errechnete ich [1937] den Anteil der Endemiten mit 11 auf 62 Arten = 17,7 %.)

Es sei in diesem Zusammenhang auf einen auffallenden Parallelismus hingewiesen, der sich einerseits bei den Höhlentieren, andrerseits bei den Hochgebirgstieren in der Ausprägung endemischer Gattungen, Arten und Unterarten kundtut. Ich verweise in diesem Zusammenhang auf eine interessante Arbeit VERHOEFF's über die Diplopodenfauna Tirols und Vorarlbergs. Obgleich vor fast einem halben Jahrhundert geschrieben,[29] kann dieselbe, abgesehen von unseren seitdem vervollständigten systematischen und faunistischen Kenntnissen, noch heute als grundsätzlich gültig betrachtet werden. VERHOEFF hat ermittelt, daß von den (damals bekannten) 102 Diplopoden-Arten und -Rassen Tirols (im damaligen politischen Sinn) 31 als Endemiten zu gelten hatten, also 30 % der Gesamtfauna, d. i. nicht viel weniger als der Anteil der Endemiten an der Diplopodenfauna Sloweniens, wobei sich aber folgende Verteilung ergab (S. 125):

	Endemische	Nicht endemische
Reine Hochgebirgstiere	20	0
Vorwiegende Hochgebirgstiere	2	1
Tal- und Montanformen	10	67

d. h. von den Endemischen Tirols fällt der weitaus überwiegende Teil (fast zwei Drittel) auf echte Hochgebirgsformen, während diese gleichzeitig unter den Nichtendemischen überhaupt nicht vertreten sind.

Wenn wir nun die Diplopoden Sloweniens topobiologisch analysieren, ergibt sich folgende Übersicht:

[29] 1914/15 — KARL W. VERHOEFF, Zur Kenntnis der Diplopodenfauna Tirols und Vorarlbergs; Ztschr. f. Naturw. d. naturw. Vereines für Sachsen und Thüringen, Halle a/Saale, 86, S. 81—152.

	Endemische		Nicht endemische	
Troglobionte	17		2	
Troglophile	10		3	
Hochgebirgstiere[30]	5		3	
Tal- und Montanformen	18		86	
	50	+	94	= 144

d. h. von den Endemischen Sloweniens fällt der überwiegende Teil auf die Kavernikolen, während andrerseits diese Kavernikolen unter den Nichtendemischen nur mit wenigen Formen vertreten sind.

In Slowenien übernehmen also die Kavernikolen (Troglobionte + Troglophile) gewissermaßen die Rolle der Hochgebirgstiere in Tirol, wobei Slowenien im Gegensatz zu Tirol nur eine bescheidene Anzahl von Hochgebirgstieren aufzuweisen hat, während die Kavernikolen in Tirol überhaupt nicht in Erscheinung treten, da solche 1915 noch gar nicht bekannt waren.

VERHOEFF erklärt den hohen Endemismus unter den Hochgebirgstieren Tirols durch ihre langandauernde Isolierung, da diese Formen nicht imstande sind, in die Täler abzusteigen. Dasselbe gilt zweifellos für die Kavernikolen (oder zumindest für die Troglobionten) Sloweniens, da diese Tiere nicht imstande sind, ihre unterirdischen Lebensräume zu verlassen, weshalb ihrer Verbreitung durch die unterirdischen Klüfte und Spalten nur enge Grenzen gezogen sind. Der Effekt ist derselbe: einerseits Isolierung in hohen Gebirgsstöcken, anderseits in den Hohlräumen mehr oder minder eng begrenzter Höhlengebiete.

Povzetek

KAČICE *(DIPLOPODA)* SLOVENIJE

Prvo študijo o kačicah Slovenije je objavil avtor v razpravi »Diplopoden des jugoslawischen Draubanats« leta 1940. Tu pa obravnava material SR Slovenije, ki zajema:

1. zbirko Inštituta za raziskovanje krasa SAZU iz približno 100 jam, nabrano v letih 1951—1961;

2. material Društva za raziskovanje jam Slovenije in Biološkega inštituta univerze v Ljubljani in material, ki ga je nabral E. Pretner še pred zadnjo svetovno vojno;

3. material, ki ga je avtor sam nabral v bližnji in širši okolici Trsta.

[30] Nämlich *Polydesmus noricus, P. rangifer confinus, Schubartia alticola, Tylogonium nivifidele, Julialpium alabardatum, Leptoiulus alemannicus, L. braueri triglavensis, L. braueri grintovecensis, L. braueri minor;* hiervon wurde *Tylogonium* oben zu den »Troglophilen« gezählt.

Jamska favna je bolj raziskana kakor površinska. Obdelana je tudi iz ozkega pasu Krasa, ki je v Italiji. Ni pa zajet obalni pas Slovenije in tudi ne pobočje Krasa, ki pada proti morju, ker so tu že zastopani mediteranski elementi.

V knjigi »Die Myriopoden der Höhlen der Balkanhabinsel, nach dem Material der ‚Biospeologica balcanica'« (1959) navaja ATTEMS dvojnonoge le iz 3 jam na južnem Štajerskem in iz 18 jam na Kranjskem.

Številke, ki so navedene v tekstu, so iz katastra jam Slovenije (S.), Hrvatske (Hr.) in sedanje Julijske pokrajine (V. G., to je Venezia Giulia). Na karti (sl. 1) pomenijo številke:

1 — Julijske Alpe,
2 — Škofjeloško hribovje, Trnovski gozd in Hrušico,
3 — Slovenijo severno od Save,
4 — Notranjski kras,
4 a — Tržaški kras in severno Istro,
5 — Dolenjski kras,
6 — Dolenjsko gričevje in Gorjance.

V razpravi so v glavnem navedena le nova najdišča, ne tudi tista, ki sta jih objavila avtor že leta 1940 in ATTEMS leta 1959. Znak + pomeni, da je bila živalca najdena v jami.

V seznamu diplopodov z navedbo najdišč je bolj podrobno opisan rod *Acherosoma* VERHOEFF. Oblika sprednjih gonopodov je konstantna, oblika zadnjih zelo variabilna. Sprednji gonopodi so zelo komplicirano zgrajeni. *A. tridentis* navaja VERHOEFF iz 5, *A. circoniense* STRASSER iz 9, *A. cariniferum* STRASSER iz 4 in *A. troglodytes* (LATZEL) VERHOEFF iz 2 jam. Nova sta *A. largescutatum idriense* iz jame pod Lešetnicami pri Kovačevem rovtu nad Idrijo, ki ga razločuje od ostalih dveh podvrst (*largescutatum* in *parallelum* STRASSER), in *A. hadžii* iz Golobinje na Dolnjih Ravnah pri Petelinjem jezeru. Iz 5 jam so znane le ♀♀ ali ličinke; zato ni mogoče ugotoviti, h kateri vrsti spadajo. Kartica (sl. 13) kaže razprostranjenost tega rodu. Iz tablice o najdbah v posameznih mesecih je razvidno, da te kačice niso podvržene nobenemu letnemu času, saj so bile najdene v vseh mesecih, da so razmeroma redke, da žive posamezno in da je razmerje spolov (3 ♂♂ na 4 ♀♀) normalno.

Pri rodu *Attemsia* je ločil VERHOEFF tri podrodove: *Attemsia* s. str., *Elaphomerion* in *Eleaphoischion*. Leta 1937 je združil avtor *Elaphomerion* z *Attemsia* s. str. sedaj pa šteje sem še podrod *Elaphoischion*, ker je *A. coniuncta* STRASSER s heiriti le prehod k drugim vrstam. Iz rodu *Attemsia* pa izloča dosedanji podrod *Julialpium* STRASSER kot poseben rod. Podrobno se bavi z obliko heiritov. *Attemsia meerausi* VERHOEFF iz Golobeje jame in Ciganske jame pri Predgrižah, *A. wolfi* VERHOEFF iz Bošnarjevega brezna pri Dolu in *A. trevisioli* MANFREDI iz Osojce pri Belskem so sinonimi *A. stygia* LATZEL, tako da ostanejo v tem rodu le še *A. dolinensis* VERHOEFF, *A. stygia* LATZEL in *A. pretneri* STRASSER na Slovenskem ter *A. falcifera* VERHOEFF iz soteske Rečine in *A. coniuncta* STRASSER iz Gorskega kotarja na

Hrvatskem. Iz tablice za določevanje so jasno razvidne razlike teh vrst. Za *A. dolinensis* navaja avtor 3, za *A. stygia* kar 33 najdišč.

Raziskava bogatega materiala je pokazala, da obstajajo prehodi med *Mecogonopodium bohiniense bohiniense* STRASSER in *M. bohiniense triglavense* STRASSER; zato je *triglavense* sinonim *A. bohiniense*. Devet najdišč je v Julijskih Alpah, 3 na Matajurju in eno, jama Mačkovec pri Brdu, v okolici Domžal. Iz kaverne za planinsko kočo pod vrhom Krna in Jame v rudniku pri Štolnu pri planini Trenti so znane le ♀♀ in ličinke. *Mecogonopodium* je pravi troglobiont kakor *Macrochaetosoma* iz Bosne in Hercegovine, ki ima stipites, jezične ploščice in promentum povsod zelo gosto obraščene z dolgimi ščetinami; promentum je daljše od širine in seže preko sredine jezičnih ploščic. Pri *Mecogonopodium* pa imajo stipites na zunanjem robu le 3—4 dolge in nekaj krajših ščetin. Na jezičnih ploščicah so ščetine bolj redke, na promentumu, ki je širše od dolžine ter doseže le tretjino jezičnih ploščic, pa manjkajo popolnoma.

Nova živalca je *Polyphematia dactylocoxa* var. *concreta* iz Tajne jame II pri Polzeli.

Našteta je vrsta najdišč z ličinkami Attemsiidov, za katere se še ne ve, kateremu rodu oziroma vrsti pripadajo.

Pri rodu *Orobainosoma* razlikuje VERHOEFF podroda *Orobainosoma* s. str. s 30 in *Brachybainosoma* z 28 segmenti. ATTEMS jih ima za posebna roda. STRASSER se pridružuje naziranju Verhoeffa, dasi *Orobainosoma* s. str. in *Brachybainosoma* nista naravni skupini, kar je poudarjal že VERHOEFF sam. Nova je *Orobainosoma* (*Brachybainosoma*) *pretneri* iz Jame pri Jazbinah pri Podkumu. Orobainosome niso prave jamske živali, a žive rade v jamah in breznih, posebno tam, kjer je na dnu led ali sneg.

Ker je *Brachydesmus subterraneus* HELLER opisan kot I. vrsta tega rodu, mora rod obdržati to ime in je *Schizobrachydesmus* VERHOEFF njegov sinonim. Avtor soglaša z ATTEMSOM, da je *Br. armatus* STRASSER sinonim *Br. herzegowinensis* VERHOEFF, in je zato pravilno ime podvrste *septentrionalis* *Br. herzegowinensis septentrionalis* STRASSER. Podvrsto *parvus* STRASSER avtor opušča. Ni ATTEMSOVEGA mnenja, da je *Br. dorsolucidus* STRASSER bliže soroden s *Br. parallelus* ATTEMS ali celo istoveten. Neupravičene so naslednje podvrste: *Br.* (*Brachydesmus*) *subterraneus tenebrarum* VERHOEFF in *dolinensis sesanensis* VERHOEFF, kar je ugotovil že ATTEMS, in *Br. carniolensis compactus* VERHOEFF. Naštetih je 11 vrst rodu *Brachydesmus*, med njimi je nova *Brachydesmus* (*Brachydesmus*) *incisus* iz Slugove jame pri Dolenjem Globodolu in Tončkove polšne pri Gorenjem Globodolu, ki je podoben *Br. institor* ATTEMS. ATTEMS navaja *Br. inferus* LATZEL tudi iz Matjaževe jame pri Zavrhu pod Šmarno goro (»Šmarna Gora Jama«), kar naj bi bilo edino najdišče severno od Save. To bo treba še preveriti. To vrsto navaja ATTEMS tudi iz Postojnske jame in iz Jame za Predjamskim gradom, kar pa je pogrešno, ker živi tu le *Br. subterraneus* HELLER. Končno navaja ATTEMS *Br. inferus* celo iz ponora Bukovice pri Gackem v Hercegovini in iz Pećine v Carevih dolinah (Krivošije) v Črni gori. STRASSER meni, da pripada najdba v Črni gori neki drugi vrsti, kajti samice iz malega brezna pod Benčinovo jamo pri Kuku na Lovćenu niso *Br. inferus*, ampak bržkone neka

nova vrsta. Iz Hercegovine je videl doslej le *Br. subterraneus* in *Br. zavalanus*. Z Dolenjskega gričevja in Slovenije severno od Save *Br. subterraneus* HELLER doslej še ni znan, pač pa s koroške strani Karavank. V ostalem delu Slovenije je bolj ali manj pogost, najbolj na Tržaškem krasu in v severni Istri, kjer živi domala v vsaki jami. Na Notranjskem in Dolenjskem krasu živi pogosto skupaj s *B. inferus*. Ne biva le v jamah, ampak v Trnovskem gozdu, na Hrušici in Triglavu tudi na površini v višini nad 1000 m.

Chersoiulus (*Dicranotus*) *sphinx* STRASSER, znan iz Bošnarjevega brezna pri Dolu, Jame pri Zavrhu nad Borovnico in z Vremščice, živi tudi na Slivnici nad Cerkniškem jezerom in v neki majhni jami v soteski Rečine. Vrsta variira precej v velikosti in v številu segmentov in nog.

STRASSER soglaša z ATTEMSOM, da je *Leptoiulus pretneri minor* STRASSER podvrsta *L. braueri*. Ni pa njegovega mnenja, da je tudi *L. pretneri* s. str. podvrsta *L. frigidarius* VERHOEFF. Sicer pa bi bila potrebna revizija vrst in podvrst tega rodu.

Geografsko in ekološko zanimiva je najdba *Brachyiulus*-a *bagnalli* BROEL. v Pivki. Doslej je bil znan le iz severnovzhodne Avstrije, Češkoslovaške, Madžarske, Romunije in v zadnjem času tudi iz Bolgarije in Poljske, kjer živi v kvartarnih nižinah, predvsem v lokah. Pri Pivki biva v hribih na eocenskem apnencu 550 m nad morjem.

Hylopachyiulus pygmaeus ATTEMS je opisan iz Banjaluke, *P. corylorum* VERHOEFF iz Jesenic in *P. likanus* ATTEMS z Velebita, vendar ga navaja ATTEMS tudi iz Ribnice na Dolenjskem. Tri primerke te zelo redke živalce je našel Pretner pod globoko zaritimi kamni pri Okroglini na Snežniku. V opisih navedene razlike so tako malenkostne, da ne opravičujejo obstoja treh, ampak le ene vrste, ki je tu podrobno opisana.

Sl. 35 kaže razširjenost *Typhloiulus*-a (*Stygiiulus*) *illyricus* VERHOEFF, ki ga poznamo le iz jam. Gotovo ga ni vzhodno od Postojne (Planina, Lož), na Hrušici in v Trnovskem gozdu. Bržkone seže v Istri še bolj na jug. Navadno najdemo le malo teh živalic; le v Markovem spodmolu pri Sajevčah in v nekem breznu v zahodni Istri jih je bilo več.

Seznam doslej v Sloveniji znanih kačic po področjih upošteva vsa najdišča, ki jih navajajo ATTEMS (1929, 1949 in 1959), VERHOEFF (1927, 1928, 1929, 1932 in 1937) in avtor v svojih publikacijah (1940, 1942). Vrst in podvrst je 144, medtem ko jih je bilo leta 1940 znanih le 121.

Avtor meni, da ni mogoče strogo ločiti »jamskih najdb« od površinskih. Splošno smatrajo najdbe v kraških dolinah, ki so mnogokrat tik pred vhodi v jame, za površinske, tiste na dnu brezen, četudi seže vanje dnevna svetloba, pa za jamske. Izraza »površinska favna« ne smemo jemati dobesedno, ker spadajo sem tudi najdbe globoko pod listjem, v humusu ali pod globoko zaritimi kamni.

Označka *E* pomeni, da je živalca endemit, ena zvezdica, da je bila živalca najdena v jamah in na prostem, dve zvezdici, da le v jamah. Če je zašla neka vrsta slučajno v jamo, nima zvezdice. Ako bi vključili še te vrste med jamske živali, bi bil seveda delež celotne favne v jamski favni večji. Ker jih je ATTEMS vključil med kavernikolne živali, je njegov podatek, da sta od 345 vrst kar 102 (30 %) kavernikolni, zgrešen. Drugače je z vrstami, ki

jih najdemo praviloma v jamah, dasi žive tudi zunaj. Jama jih priteguje z vlago in nižjo temperaturo, ne pa s temo. Mnogokrat se bo težko odločiti, ali je taka vrsta trogloksena ali troglofilna, posebno če so znane le posamezne najdbe. V Sloveniji je avtor ugotovil 42 vrst in podvrst v jamah; od teh biva 26 samo v jamah, medtem ko bivajo ostale le pogosto v jamah. Glede na to navaja 13 bržkone troglofilnih in 19 bržkone troglobiontnih, skupaj 32 »kavernikolnih« vrst, to je 22 % od 144 vrst in podvrst kačic. Endemi, ki jih je 50, predstavljajo domala 35 % vse favne. Ta delež je izredno visok. Če analiziramo dvojnonoge Slovenije topobiološko, dobimo naslednjo sliko:

	Endemske vrste		Neendemske vrste
troglobionti	17		2
troglofili	10		3
alpske vrste	5		3
nižinske in hribovske vrste	18		86
Skupaj	50	+	94 = vrst

Schriften

Attems C., 1899, Neues über paläarktische Myriopoden. — Zool. Jb. (Syst.), *12:* 286—336, Jena.

— 1904, Neue palaearktische Myriopoden nebst Beiträgen zur Kenntnis einiger alten Arten. — Arch. Naturg. *1* (2): 179—196.

— 1911, Die Gattung Brachydesmus HELLER. — Verh. Zool. Bot. Ges., *61* (9/10): 408—429, Wien.

— 1927, Myriopoden aus dem nördlichen und östlichen Spanien gesammelt von Dr. F. HAAS in den Jahren 1914—1919. — Abh. Senckenberg. Natur. Ges. *39* (3): 235—289, Frankfurt M.

— 1927 a, Über palaearktische Diplopoden. — Arch. Naturg., *92*, A (1, 2): 1—256, Berlin.

— 1929, Die Myriopodenfauna von Albanien und Jugoslavien. — Zool. Jb. (Syst.), *56:* 259—356, Jena.

— 1940, Polydesmoidea III. — Das Tierreich: I—XXXII, 1—577, Walter de Gruyter & Co, Berlin u. Leipzig.

— 1949, Die Myriopodenfauna der Ostalpen. — Sitz. Ber. österr. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl. I, *158:* (1/2): 79—153, Wien.

— 1949 a, Myriopoden von der Gleinalpe und zwei neue Attemsiidae. — Mitt. Naturw. Ver. f. Steiermark, *77/78:* 5—10.

— 1959, Die Myriopoden der Höhlen der Balkanhalbinsel, nach dem Material der »Biospeologica balcanica«. — Ann. Naturhist. Mus., *63:* 281—406, Wien.

Manfredi P., 1940, VI. Contr. alla conosc. dei miriapodi cavernicoli italiani. Atti Soc. It. Sc. Nat., *79:* 221—252, Milano.

Schubart O., 1934, Tausendfüßler oder Myriapoda, I. Diplopoda. — Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, 1—318, Gustav Fischer, Jena.

Strasser K. 1933, Neue Attemsiiden. — Zool. Anz. *102* (5/6): 155—164, Leipzig.

— 1935, Neue Acherosomen. — Prirodoslovne razprave, *2*, (5): 231—244, Ljubljana.

— 1937, Neue Gattungen und Arten der Attemsiiden. — Zool. Jb. (Syst.) *69* (3): 177—252, Jena.
— 1939, Über Attemsiiden, 4. Beitrag. — Prirodoslovne razprave, *3* (14): 347—359, Ljubljana.
— 1940, Diplopoden des jugoslavischen Draubanats. — Prirodoslovne razprave, *4:* 13—85, Ljubljana.
— 1942, Diplopoden aus dem Julischen Karst. — Zool. Anz. *138,* (11/12): 213—234, Leipzig.
— 1959, Die Diplopoden (Tausendfüßler) von Kärnten. — Carinthia II (Naturw. Beitr. z. Heimatkunde Kärntens) Mitt. Naturw. Ver. f. Kärnten *69:* 58—85, Klagenfurt.
— 1962, Diplopoden aus Bulgarien und Jugoslawien. — Senckenberg biol., *43* (6): 437—470, Frankfurt.
Verhoeff K. W., 1899, Zur vergl. Morph., Phylog., Gruppen- und Artsystematik d. Chordeumiden. — Arch. Naturg. *1,* (2): 94—154, Berlin.
— 1908, Zur Kenntnis der Iuliden und über einige Polydesmiden (30. Aufs.). — Arch. Naturg., *73* (3): 423—474, Berlin.
— 1910, Beitr. z. K. der Glomeriden, Iuliden, Ascospermophoren u. Lysiopetaliden sowie zur Fauna Siziliens. — Nova Acta deutsche Akad. Naturf., *42* (2): 132—446, Halle.
— 1926, Über einige von Dr. J. Buresch in Bulgarien gesammelte Diplopoden, 1. Aufs. — Arbeiten bulg. naturf. Ges. *12:* 67—78, Sofia.
— 1927, Beitr. z. Systematik, Morphologie u. Geographie europäischer Ascospermophoren (107. Aufs.). — Zool. Jb. (Syst) *54:* 243—314, Jena
— 1928, Neue u. bes. ostalpine Chilognathen-Beiträge (108. Aufs.). — Zool. Jb. (Syst.) *55:* 253—328, Jena.
— 1929, Über neue, ostalpine Chilognathen (113. Aufs.). Zool. Jb. (Syst.) *58:* 481—520, Jena.
— 1930, Arthropoden aus südostalpinen Höhlen, 3. Aufs. — Mitt. Höhlen- u. Karstf., 1930 (1): 1—12, Berlin.
— 1931, Arthropoden aus südostalpinen Höhlen, 6. Aufs. — Mitt. Höhlen- u. Karstforsch. 1931 (1): 3—19, Berlin.
— 1932, Diplopoden-Beiträge (124. Aufs.). — Zool. Jb. (Syst.) *62:* 469—524, Jena.
— 1935, Zwei neue Diplopoden a. d. Türkenloch Niederösterreichs, Mitt. Höhlen- u. Karstf., 1935: 113—123, Berlin.
— 1937, Chilopoden u. Diplopoden aus jugosl. Höhlen. — Mitt. Höhlen- u. Karstf., 1937: 95—103, Berlin.

NAJDIŠČA JAMSKEGA HROŠČA *SPELAEODROMUS PLUTO* REITTER 1881

FUNDORTE DES HÖHLENKÄFERS *SPELAEODROMUS PLUTO* REITTER 1881

EGON PRETNER

Reitter, 1881, 214 in 1885, 13; Ganglbauer, 1899, 86; Jeannel, 1911, 527 in 1924, 381; Novak, 1952, 66.

Za tega jamskega hrošča se je vedelo doslej le to, da živi v jamah *Velebita,* ne pa v katerih drugih. E. Reitter pravi v svojem opisu (1881, 215), da živi v več jamah Velebita, da je bil najden doslej le na severni strani tega gorovja na Hrvatskem, da pa živi bržkone tudi na njegovi južni, dalmatinski strani. Žal ne omenja najditelja te nove vrste. L. Ganglbauer piše (1899, 87), da živi v več jamah severnega pobočja Velebita. R. Jeannel navaja najprej (1911, 527 in 580) kot najdišča jame na jadranskem pobočju severnega Velebita, ena od teh bi bila »caverne Kovačevič (ou Kovačovič), à Dobiasch«, pozneje (1924, 381) pa na splošno jame v okolici Brloga ob cesti Senj—Otočac vzhodno od Senjskega Bila, posebno pa »caverne de Kovačević, à Dobiasch (probablement mont Debelaš, au nord de Brlog)« in jamo na Vlaškem Polju. Omenja pa, da je večina primerkov v zbirkah etiketirana s »Croatie, antrum mali« ali »Croatie, antrum vel. (Meusel, 1910)«. Sodi, da sta obe jami v okolici Brloga. V svoji zbirki imam tri primerke tega hrošča z najdiščem »Croatia Lika Padew.«, po en primerek pa z najdiščem »Croatia« in »Croatia, Antrum Mali, Meusel 1910«. Tudi P. Novaku (1952, 66) ni znana nobena jama, v kateri bi živel *Spelaeodromus.*

Akademik J. Hadži mi je povedal, da je bil Franjo Dobiaš (Dobiasch) njegov osebni znanec, ki je živel v Senju. Trgoval je s hrošči in drugimi živalmi sprva pod svojim imenom, pozneje pa pod firmo M. Padewieth. Dobiasch je torej ime nabiratelja in ne gora Debelaš, kot to domneva Jeannel. R. Meusel pa je živel nekaj let pred prvo svetovno vojno v Kosinju v Liki in je tudi trgoval s hrošči. Edino ta sta poznala jame, v katerih živi *Spelaeodromus pluto* Reitter, vendar kot trgovca nista hotela izdati najdišč in sta zato te hrošče tako pomanjkljivo etiketirala. Edini količkaj zadovoljivi podatek je Vlaško Polje, ki se imenuje sedaj Srpsko Polje.

Pred kratkim mi je uspelo ugotoviti tri najdišča te živalce. Prvo je ponor komaj 500 m dolgega potoka na Štirovači (1100 m) v srednjem Velebitu. Dne 20. in 21. julija 1964 sem nabral 8 samcev in 24 samic v sprednjem, le pri nizki vodi brez čolna dostopnem delu te jame, ki seže do končnega sifona 300 m daleč. Drugo najdišče je ledenica nad severnim krajem Srpskega Polja v Liki (10 km severozahodno od Otočca) kakih 700 m zahodno od kote 591 Velika Punta, 30 m nad obema Šimunićevima hišama ob kraju polja, v približni nadmorski višini 450 m. V tej kakih 100 m dolgi in 20 m široki jami vre-

časte oblike, v kateri smo našli še tri večje krpe ledu, smo nabrali 10. septembra 1964 J. Bole, St. Červek in jaz 7 samcev in 13 samic. D. Hirc omenja (1905, 704) to jamo pod imenom Šimunić-Cvijanovića pećina« pri Vlaškem Polju in pravi, da je v njej led. Dr. H. Freude in jaz sva obiskala to jamo 10. maja 1965 in ulovila 15 Spelaeodromusov, 23. maja 1965 pa na vabah še 37 primerkov. Na dnu so bila tla povsod še zamrznjena. Tretja jama je ledenica nad Škorićevo hišo ob kraju Srpskega Polja; leži zahodno od prve ledenice in je od nje oddaljena približno 400 m v zračni črti. Dne 10. maja 1965 je našel Freude le en primerek, 23. maja 1965 pa sva nabrala na vabah 162 hroščev! V tej ledenici, ki je tudi večja, je bilo mnogo več ledu.

Kakor roda *Astagobius* in *Pretneria* živi tudi *Spelaeodromus* le v jamah z nizko temperaturo in zaradi tega v ledenicah in jamah v visokih legah. Živalce lezejo po stenah in velikih kamnih na tleh.

V ledenici nad obema Šimunićevima hišama je bila pri prvem obisku temperatura tal na dnu jame 1,5°, temperatura zraka pa 4° do 5° C. Pri drugem obisku dne 10. maja 1965 sem izmeril naslednje temperature zraka: na dnu jame 4° C, v sredini pobočja 5° C, ob vhodu 10,5° C. Ledenica nad Škorićevo hišo ima nekaj ožji vhod in večje količine ledu. Zaradi tega je bila v njej temperatura zraka istega dne na dnu 1,5° C, v sredini pobočja 2,5° C, ob vhodu 8,5° C.

Da je Meusel poznal ponor na Štirovači, kamor iz Kosinja ni daleč, izhaja že iz tega, da ga M. Beier citira (1939, 32 in 74) kot najditelja psevdoškorpijonov *Neobisium elegans* in *N. stygium* ssp. *meuseli,* opisanih iz jame na Štirovači (»Stirovacahöhle«). To je bržkone Meuslov »Antrum Vel.«. »Antrum Mali« je pa morda neka jama pri Mrkvištu blizu Štirovače, iz katere (»Höhle Mrkvište, 1276 m, 12. IV. 1910«) navaja Beier (1939, 14) psevdoškorpijona *Chthonius subterraneus* ssp. *meuseli.*

Populaciji iz ledenic nad Srpskim Poljem merita le 4—4,5 mm in sta pokrovki le 2,5-krat daljši kakor vratni ščit. Ti primerki so enaki tistim z najdišča »Croatia Lika Padew.«. Jami sta zaradi ledu daleč okoli znani in je zelo verjetno, da je Dobiaš oziroma Padewieth v njih nabiral. Bržkone pa je poznal še druga najdišča.

Populacija iz Štirovače je nekaj večja, meri 4,5—5 mm, pokrovki pa sta 3-krat daljši kot vratni ščit. S temi primerki sta enaka Meuslov primerek iz »Antrum Mali« in primerek, označen samo z najdiščem »Croatia«.

Reitter navaja v opisu kot velikost 5—6 mm in pravi o pokrovkah, da sta 4-krat daljši kakor vratni ščit. Po Ganglbauerju znaša velikost tudi 5—6 mm, pokrovki pa sta 3,5 do 4-krat daljši od vratnega ščita.

Gotovo živi *Spelaeodromus* še v drugih doslej biološko neraziskanih jamah Velebita in bržkone tudi Like. Morda bo populacija iz ene teh jam bolje ustrezala Reitterjevemu oziroma Ganglbauerjevemu opisu.

Končno pripominjam, da sem našel v breznih na Krekovači, Bogavči, Vrbovici in Umu vzhodno od gore Debelaš le *Parapropus sericeus* Schmidt (subsp.).

Zusammenfassug

FUNDORTE DES HÖHLENKÄFERS *SPELAEODROMUS PLUTO* REITTER 1881

Bisher war kein einziger genau bezeichneter Fundort dieser verschollenen Art bekannt. E. Reitter erwähnt in seiner Beschreibung (1881, 215) nur dies: »lebt in mehreren Grotten des Velebit-Gebirge; bisher auf der nördlichen Abdachung in Croatien gefunden, dürfte aber der südlichen dalmatinischen Seite ebenfalls nicht fehlen«. L. Ganglbauer (1899, 87) sagt nur, daß er »in mehreren Grotten der nördlichen Abdachung des Velebit-Gebirges« lebt. R. Jeannel führt als Fundort zuerst (1911, 527 und 580) »grottes des monts Vélébit, situées (d'après Ganglbauer, in litt.) sur le versant adriatique de la partie septentrionale de la chaîne« an. Eine derselben heiße »caverne Kovačevič (ou Kovačovič), à Dobiasch«. Später (1924, 381) nennt er folgende Fundorte: »grottes des environs de Brlog, sur la route de Senj (Zengg) à Otočak, à l'est des Senjsko Bilo; caverne de Kovačević, à ‚Dobiasch' (probablement mont Debelaš, au nord de Brlog); grotte de Vlaško polje«, bemerkt aber, daß die meisten Exemplare in den Sammlungen mit »Croatie, antrum mali« oder auch »Croatie, antrum vel.« (Meusel, 1910) etikettiert sind. Seiner Meinung nach befinden sind diese beiden Höhlen in der Umgebung von Brlog. Auch P. Novak (1952, 66) führt als Fundort nur das Velebit-Gebirge an. Erwähnt sei noch, daß sich in meiner Sammlung drei Exemplare mit dem Fundortzettel »Croatia Lika Padew.« befinden.

Prof. J. Hadži teilte mir mündlich mit, daß er Franjo Dobiaš (Dobiasch), der in Senj lebte, persönlich kannte. Er handelte mit Käfern und anderen Tieren, anfangs unter seinem eigenen Namen, später aber unter der Firmenbezeichnung M. Padewieth. Dobiasch ist also der Name des Sammlers. R. Meusel hielt sich wenige Jahre vor dem ersten Weltkriege in Kosinj in der Lika auf und handelte mit Käfern. Nur diese beiden kannten die Höhlen, in welchen der *Spelaeodromus pluto* lebt, wollten jedoch aus Geschäftsgründen die genaueren Fundorte nicht angeben.

Vor kurzem habe ich nun drei Fundorte dieser Art festgestellt. Der erste ist der Ponor des Baches im Hochtal Štirovača (1100 m), das sich im mittleren Velebit befindet. Im vorderen Teile dieser 300 m langen Wasserhöhle habe ich am 20. und 21. VII. 1964 32 Exemplare gefangen. Die beiden anderen sind Eishöhlen oberhalb des Nordrandes des Srpsko Polje, welches früher Vlaško Polje hieß. Die eine Eishöhle befindet sich oberhalb der beiden Häuser Šimunić, in der Seehöhe von ungefähr 450 m (20 Exemplare leg. J. Bole, St. Červek und E. Pretner am 10. IX. 1964; 15 Exemplare leg. H. Freude und E. Pretner am 10. V. 1965 und 37 Exemplare am Köder am 23. V. 1965). Die zweite Eishöhle liegt etwa 400 m westlich der vorher erwähnten, oberhalb

des Hauses Škorić (1 Exemplar leg. H. Freude am 10. V. 1965, 162 Exemplare leg. H. Freude und E. Pretner am Köder am 25. V. 1965).

Wie *Astagobius* und *Pretneria* lebt auch *Spelaeodromus* nur in Höhlen mit niedriger Temperatur, daher in Eishöhlen oder in hoch gelegenen Höhlen. Am 10. IX. 1964 betrug die Temperatur des Bodens am Grunde der Eishöhle oberhalb der Häuser Šimunić 1,5°, die der Luft 4 bis 5° C, am 10. V. 1965 die Lufttemperatur daselbst 4°, am Eingang 10° C. In der stärker vereisten Eishöhle oberhalb des Hauses Škorić hatte die Luft am 10. V. 1965 am Grunde der Höhle nur 1,5°, am Eingang 8,5° C.

Meusel kannte den Ponor des Štirovača-Tales, der ja von Kosinj in der Lika nicht gar so weit entfernt ist, sehr gut, denn M. Beier (1939, 32 und 74) zitiert ihn als Sammler der Pseudoskorpione *Neobisium elegans* und *N. stygium* ssp. *meuseli* aus der »Stirovacahöhle«. Wahrscheinlich ist dies Meusels »antrum vel.«. Vielleicht ist Meusels »antrum mali« die Höhle bei Mrkvište unweit des Štirovača-Tales, aus der Beier (1939, 14) den Pseudoskorspion *Chthonius subterraneus* ssp. *meuseli* anführt.

Die Populationen der beiden Eishöhlen sind 4 bis 4,5 mm groß, ihre Flügeldecken sind nur 2,5 mal so lang als der Halsschild. Diese Tiere entsprechen meinen Exemplaren mit der Etikette »Croatia Lika Padew.«. Es ist sehr wahrscheinlich, daß Dobiasch alias Padewieth in diesen beiden weit bekannten Eishöhlen gesammelt hat.

Die Population des Štirovača-Ponors mißt 4,5 bis 5 mm, ihre Flügeldecken sind 3 mal so lang als der Halsschild. Mit diesen Tieren stimmen die von Meusel gesammelten Exemplare überein.

Reitter und Ganglbauer geben als Größe 5 bis 6 mm an; nach ersterem sind die Flügeldecken 4 mal so lang als der Halsschild, nach letzterem aber 3,5 bis 4 mal so lang.

Sicherlich lebt *Spelaeodromus pluto* noch in anderen Höhlen des Velebit-Gebirges und wahrscheinlich auch in der Lika. Die Population aus einer dieser uns noch unbekannten Höhlen könnte vielleicht der Beschreibung Reitters bzw. Ganglbauers besser entsprechen.

Schließlich bemerke ich, daß ich in den Schachthöhlen auf den Bergen Krekovača, Bogavča, Vrbovica und Um im Osten des Berges Debelaš nur den *Parapropus sericeus* Schmidt (subsp.) gefunden habe.

Literatura

Beier M., Die Höhlenpseudoscorpione der Balkanhalbinsel. (Studien aus dem Gebiete der allgemeinen Karstforschung, der wissenschaftlichen Höhlenkunde, der Eiszeitforschung und den Nachbargebieten, B. Biologische Serie Nr. 4, Brünn 1939, 1—83).

Ganglbauer L., Die Käfer von Mitteleuropa, III. Band (Wien 1899, 1—1046).

Hirc Dr., Prirodni zemljopis Hrvatske. Knjiga prva: Lice naše domovine. (Zagreb 1905, I—IX, 1—721).

Jeannel R., Revision des Bathysciinae, Biospéologica XIX. (Archives de Zoologie expérimentale et générale, 5e Série, tome VII, Paris 1911, 1 do 641, pl. I—XXIV).

— Monographie des Bathysciinae, Biospéologica L. (L. c., tome 63, Paris 1924, 1—436).
Novak P., Kornjaši Jadranskog Primorja (Coleoptera). (Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb 1952, 1—521).
Reitter E., Neue und seltene Coleopteren im Jahre 1880 in Süddalmatien und Montenegro gesammelt und beschrieben. (Deutsche entomologische Zeitschrift, Berlin 1881, XXV, 177—230).
— Bestimmungstabellen der europäischen Coleopteren, XII. Necrophaga. (Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn, 1885, XXIII, 1 bis 122).

POROČILA
ACTA CARSOLOGICA

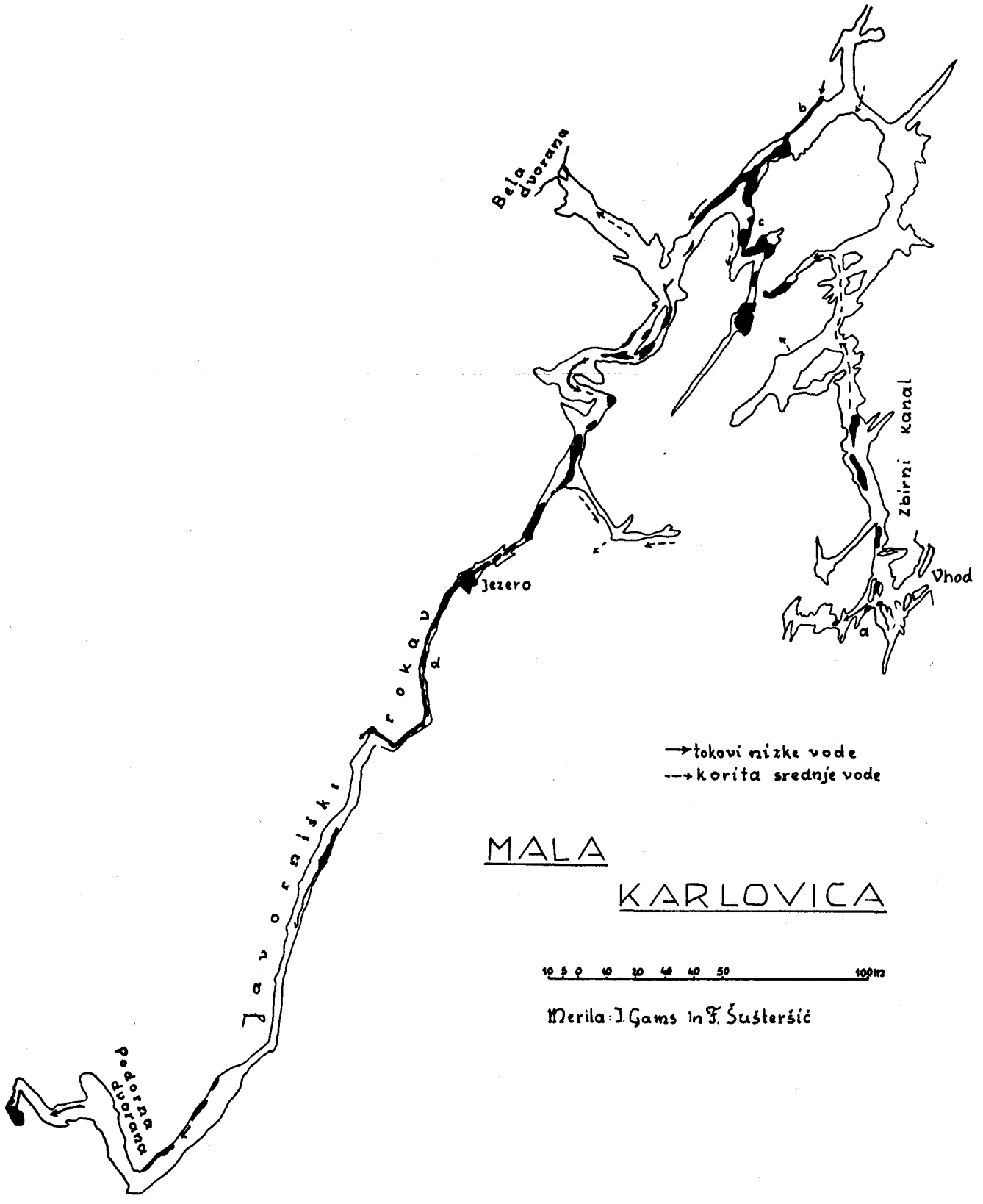
IV

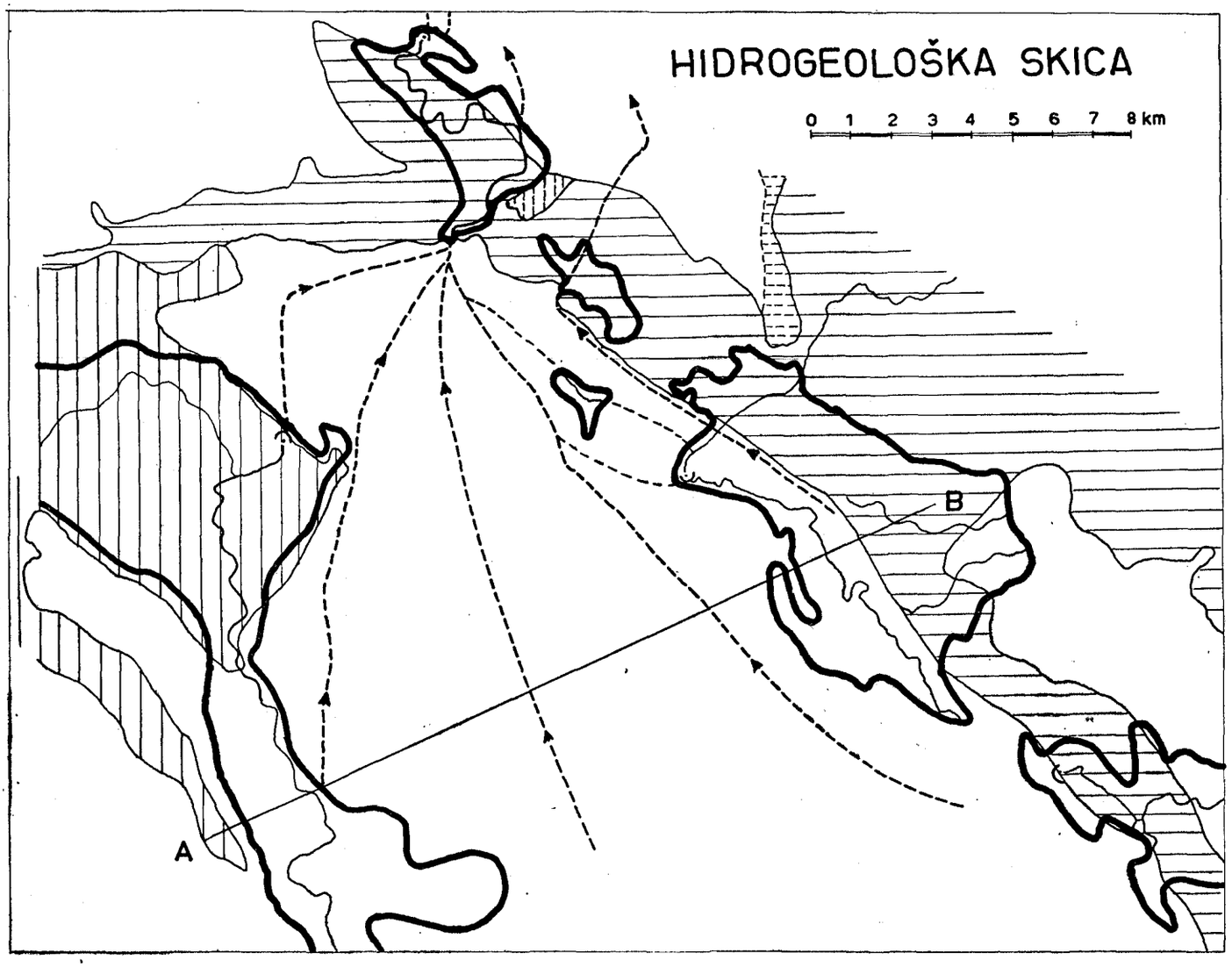
Izdala
Slovenska akademija znanosti in umetnosti
v Ljubljani

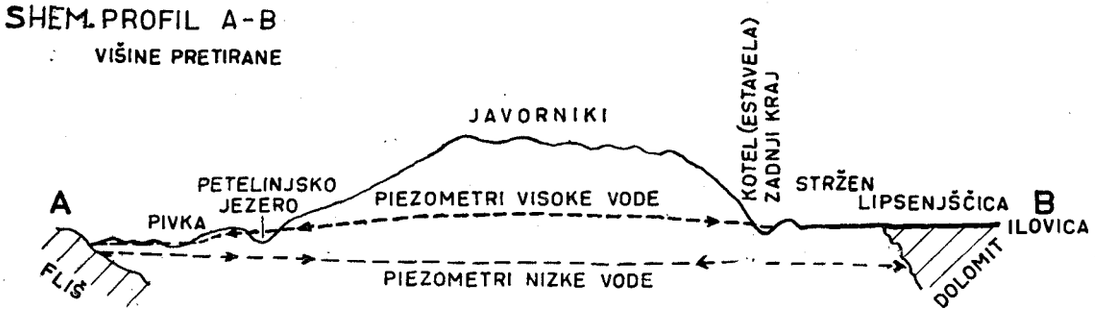
Natisnilo
ČP Delo — obrat Triglavska tiskarna
v Ljubljani

v juniju 1966

Naklada 1000 izvodov


Bela dvorana
Jezero
Javorniški rokav
Podorna dvorana
Zbirni kanal
Vhod
a
b
c
d
→tokovi nizke vode
--→korita srednje vode
MALA KARLOVICA
10 5 0 10 20 30 40 50 100m
Merila: I. Gams in F. Šušteršič





(MEJE KAMENIN PO KARTI GEOLOŠKEGA ZAVODA)